Phys. sp.
536
g

Phys. sp.
536 g

Puff

Das

kalte Auftriebwasser

an der Ostseite des nordatlantischen und der Westseite des nordindischen Ozeans.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

bei einer

hohen philosophischen Fakultät

der

Universität Marburg

eingereicht von

Adolf Puff

aus Neunkirchen (Rheinprovinz).

Marburg

1890.

31B

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Druck von Gebrüder Knauer in Frankfurt a. M.

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn

Professor Dr. Theobald Fischer

in Dankbarkeit gewidmet.

Einleitung.

Es ist eine schon längst bekannte Thatsache, dass die Meeresoberfläche an einigen Küsten unserer Kontinente auffallend niedrigere Temperaturen besitzt, als der offene Ozean in gleichen Breiten. Namentlich an den Westküsten von Afrika und Amerika im Norden und Süden der äquatorialen Buchten zeigen die Isothermenkarten der Meeresoberfläche grosse Depressionen in der Wasserwärme. Seither war man gewohnt, dieses in den niederen Breiten als „kalt“ empfundene Küstenwasser dem Einflusse der Oberflächenströmungen längs jenen Gebieten zuzuschreiben, indem man hierbei von der Voraussetzung ausging, dass durch die aus höheren Breiten kommenden Strömungen an jenen Küstenstrichen kaltes Wasser aus polwärts gelegenen Gebieten in die Tropen geführt würde. Der erste, welcher diese Ansicht aufgestellt hat und ein ausgezeichnetes Beispiel für obige Annahme gefunden zu haben glaubte, war Alexander v. Humboldt.*) Nachdem nämlich der grosse Forscher im Jahre 1802 die Anden überschritten und zum ersten Male die Südsee erreicht hatte, fand er zu seinem grössten Erstaunen bei Truxillo an der peruanischen Küste, dass hier das Meer an seiner Oberfläche Ende September die abnorm niedrige Temperatur von 16°C, bei Callao Anfang November sogar nur die von 15,5°C besass, während sonst überall das Meer in denselben Breiten und gleichzeitig

*) Humboldt, „Monographie über die Meeresströmungen“, abgedruckt in H. Berghaus, „Allgemeine Länder- u. Völkerkunde“. I. S. 575.

eine Wasserwärme von 26—28° C gezeigt hatte. Die Luftwärme war an der Küste von Peru 7° C höher als die Meereswärme, ein Zeichen, dass die Luft das Wasser nicht abgekühlt haben konnte.*) Bei der Wahrnehmung dieser Thatsachen kam Humboldt sogleich zu der Ansicht, dass die Strömung längs der Küste eine Polarströmung sei. Durch eine Reihe von selbstangestellten Wassertemperaturbeobachtungen auf einer Reise von Callao nach Guayaquil, ferner durch die später vorgenommenen Untersuchungen des französischen Kapitäns Duperrey, des dänischen Schiffslieutenants Dircking von Holmfeldt und des Dr. Meyen glaubte Humboldt obige Annahme vollständig bestätigt zu sehen, und seit dieser Zeit gilt die peruanische oder Humboldtströmung, wie sie nach ihrem ersten Erforscher auch benannt wird, als eine kalte Oberflächenströmung, welche in antarktischen Breiten ihren Ursprung hat.

Erst einige Ergebnisse moderner Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Auslegung des kalten Küstenwassers an der Westseite von Südamerika nicht mehr haltbar ist. So lassen die zahlreichen Wassertemperaturbeobachtungen des Herrn Kapitän z. See v. Wickede**), Kommandant von S. M. S. „Elisabeth“, deutlich erkennen, dass schon an dem Küstentheil, an dem die Strömung aus dem stillen Ozean auf den südamerikanischen Kontinent stösst und sich hier in einen nördlichen Arm die Peru- und in einen südlichen die Kap Hornströmung theilt — es geschieht das in der Nähe von Valdivia in 40° s. Br. — das Oberflächenwasser keineswegs kalt ist. Hier sowohl als in der ganzen Kap Hornströmung und in dem Theil der Humboldtströmung, welcher längs der Küste von Chile läuft, war das Wasser stets wärmer, wie die Luft.

Bei Valdivia betrug der Unterschied im Juli im Mittel 3—4° C, in der Kap Hornströmung 2° C; an der chilenischen Küste war die Differenz etwas geringer; die Meereswärme war aber hier fast dieselbe als in den betreffenden Breiten des stromlosen offenen Ozeans. Nördlich von 18° s. Br. jedoch, in welcher

---

*) Diese abnorme Erscheinung soll bereits den Conquistadoren so geläufig gewesen sein, dass sie schon damals, wie es heute noch geschieht, ihr Getränke in den Tiefen des Meeres zu kühlen pflegten, vgl. Krümmel, Handbuch der Oceanographie, S. 509.

**) Annalen der Hydrographie u. maritimen Meteorologie 1878, S. 578.

Breite sich die Configuration der Küste plötzlich ändert, indem letztere ihre strenge Südnordrichtung plötzlich aufgiebt und auffällig nach Nordwest vorspringt, fand sich relativ kaltes Oberflächenwasser.

Nach den Messungen des Kapitäns z. See v. Wickede überstieg zwischen 18° s. Br. und $4^1/_2$° s. Br., also bis in die Nähe des Kap Blanco, an welchem Vorgebirge das Land wieder auffallend zurücktritt, die Wasserwärme im Mai selten 20° C, eine Temperatur, welche in diesem Monate erst 18—20 Breite-Grade weiter südlich wieder angetroffen wurde. Innerhalb oben genannter Breiten war das Wasser auch meist kühler als die Luft.

Noch besser als diese Untersuchungen sprechen die von Kapitän Hoffmann aus dem Journal von S. M. S. „Moltke“ berechneten Mittelwerthe der Wassertemperaturen an einigen Küstenstationen der Westseite von Südamerika gegen das Vorhandensein einer kalten aus Süden kommenden Oberflächenströmung. Von 1881—1883 wurde nämlich an Bord des genannten Schiffes in den Häfen von Valparaiso, Coquimbo und Callao in vierstündigen Intervallen die Meerestemperatur an der Oberfläche gemessen.

Aus den Mittelwerthen ergiebt sich nun die eigenthümliche Erscheinung, dass in den drei Häfen, welche doch 2100 resp. 2600 km auseinander liegen, die Wasserwärme gleichzeitig fast dieselbe war. Für die Monate März, Oktober und November sind die Zahlen folgende:*)

Station	Breite S.	März °C	Oktober °C	November °C
Valparaiso	33°	—	14,1°	14,8°
Coquimbo	30°	17°	—	—
Callao	12°	17,3°	14,3°	14,9°

Hoffmann hat nun berechnet, dass ein Strom, wie der längs der Küste von Peru, der eine mittlere tägliche Geschwindigkeit von 15 Sm besitzt, vier Monate gebrauchen müsste, um den Weg von Valparaiso nach Callao zurückzulegen, dass also bei der Annahme, dass die Strömung ihre Temperatur auf dieser Strecke nicht verändert, in Callao im März die Meereswärme angetroffen werden müsste, welche der Ozean bei Valparaiso im November besitzt.

*) P. Hoffmann, Zur Mechanik der Meeresströmungen, S. 75.

Auch der Umstand, dass in der Nähe des Landes, namentlich in den Buchten und Häfen da, wo keine Strömung wahrzunehmen ist, das Meer am kühlsten ist und von hier aus mit der Entfernung vom Lande rasch wärmer wird, findet keine Rechtfertigung in der früheren Erklärung. Ueber diese Erscheinung hat Kapitän Dinklage (jetzt Vorsteher der hydrographischen Abtheilung der deutschen Seewarte) wohl zuerst berichtet. Er sagt nämlich an einer Stelle seiner Mittheilungen über die Strömungsverhältnisse an der peruanischen Küste:*)

„Ich habe von Callao bis Payta vergeblich nach dem peruanischen Küstenstrom gesucht. Auch hier fand ich auf 20 Sm und weiter landabwärts eine regelmässige westliche Strömung, die aber ebenso oft südlich als nördlich von Westen verläuft. In dem kältesten Wasser dicht unter Land, das sich hier etwa 4° kälter als 100 Sm landabwärts und wohl 7—8° C kälter als auf 100° w. Lg. zeigt, ist kein Strom zu verspüren.“

Ein noch stärkeres Wachsen der Meerestemperaturen mit der Entfernung von der Küste fand S. M. S. „Elisabeth“. Die Beobachtungen lauten:**)

Auf der Rhede von Callao					18,2° C
30	Sm	von	der	Küste	20,6°
80	„	„	„	„	23,8°
110	„	„	„	„	26,2°
135	„	„	„	„	27°.

Umgekehrt beobachtete S. M. S. „Moltke“ beim Einlaufen in die Bucht von Pisco ein Fallen der Oberflächenwärme von 16,7° auf 14,5°; im Hafen von Callao wurde später sogar nur 13,6° C als absolut niedrigste Wassertemperatur gefunden. Durch solche Befunde erscheint die Abkunft des kalten Küstenwassers von Peru von einem oberflächlichen Transport polaren Wassers ausgeschlossen.

Woher kommen aber nun die starken Depressionen in der Oberflächenwärme des Meeres in diesen äquatorialen Breiten?

Hören wir zunächst die Erklärung, welche Dinklage im Anschlusse an seine Beobachtungen für diese abnorme Erscheinung gibt:

---

*) Aus den Briefen deutscher Kapitäne in Hansa, Zeitschrift für das Seewesen, Jahrgang 1875, S. 57.

**) Hoffmann, a. a. O. S. 76.

„Durch die grosse Verdunstung in dem an der Küste von Peru jedenfalls sehr dürren Passat und besonders in den westlichen Regionen des stillen Ozeans wird das Wasser von der wallgleichen Südnordküste fortwährend abgetrieben, da unter Land bei dem kalten Klima und den häufig von wärmerem Wasser herwehenden Winden die Verdunstung nur gering sein kann. Diese westliche Drift zu ersetzen, muss unten das Wasser dem Land zusetzen und wird dann dicht unter der Küste aufquellen, an die Oberfläche kommen.“

Also aus der Tiefe stammt nach Dinklage das kalte Wasser und von hier aus steigt es in einem verticalen Strom beständig als Ersatz des von der Oberfläche weggeführten Wassers am Lande auf. Dieselbe Ansicht spricht einige Jahre später auch Toynbee aus, als er die Beobachtung macht, dass an der südafrikanischen Küste von der Tafel-Bai bis zur Kongomündung das Meer in der Nähe des Landes beträchtlich kühler ist als in grösserem Abstande von demselben.*) In seinen 1882 herausgegebenen Bemerkungen zu den meteorologischen Karten des Meeresgebietes in der Nähe des Kaps der guten Hoffnung heisst es an einer Stelle: „Die Drift des Südostpassates im atlantischen Ozean ist am stärksten während der Sommermonate, zu welcher Zeit der Passat sogar in der Nähe des Kaps der guten Hoffnung verspürt wird. Das Oberflächenwasser, welches dadurch fortgeführt wird, findet zum Theil Ersatz in kälterem Wasser aus der Tiefe. Es ist vorgekommen, dass im Sommer ein Schiff in der Tafelbai 10,6° C Wassertemperatur fand, nachdem es in nahe derselben Breite östlich im Agulhas-Strom 25,6° C angetroffen hatte.“

Diese Annahme von dem Vorhandensein einer verticalen Circulation in dem Küstenwasser gewisser Breiten hat in neuester Zeit weitere Vertreter gefunden. So sind Buchanan**) und Prof. Krümmel***) mit der Behauptung hervorgetreten, dass

---

*) Eine Reihe von Beobachtungen, welche diese Erscheinung deutlich erkennen lassen, haben neuerdings Dr. v. Danckelman (Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1886, S. 417) und Dr. Pechuel-Loesche (Ausland 1886, 851) gesammelt.

**) „On similarities in the physical geography of the great ocean“ in Proceedings of the Royal Geographical Society 1886, S. 764.

***) Handbuch der Oceanographie, S. 307.

das kalte Wasser, welches sich im atlantischen und pacifischen Ozean an der Ostseite des Passatgebietes findet, nur durch ein Aufsteigen von Tiefenwasser zu erklären sei; ein Vorgang, der durch den ablandigen Passat erzeugt würde. Dieser sei bestrebt, das Wasser von den Westküsten der Kontinente wegzuführen und nach dem offenen Ozean hin anzustauen. Als Ersatz des hierdurch hervorgebrachten Niveauunterschiedes müsse dann das Wasser aus nächster Quelle aspirirt werden und diese sei das kalte Tiefenwasser in der Nachbarschaft der Küsten der Kontinente. Dass ablandige Winde solche Vorgänge verursachen können, das können wir fast jeden Sommer in den Badeorten unserer Ostsee wahrnehmen. Während meines Aufenthaltes auf der Seewarte lief noch ein Bericht eines solchen Falles aus Neufahrwasser ein. Der Hauptagent der deutschen Seewarte auf jener Station schreibt hierüber:

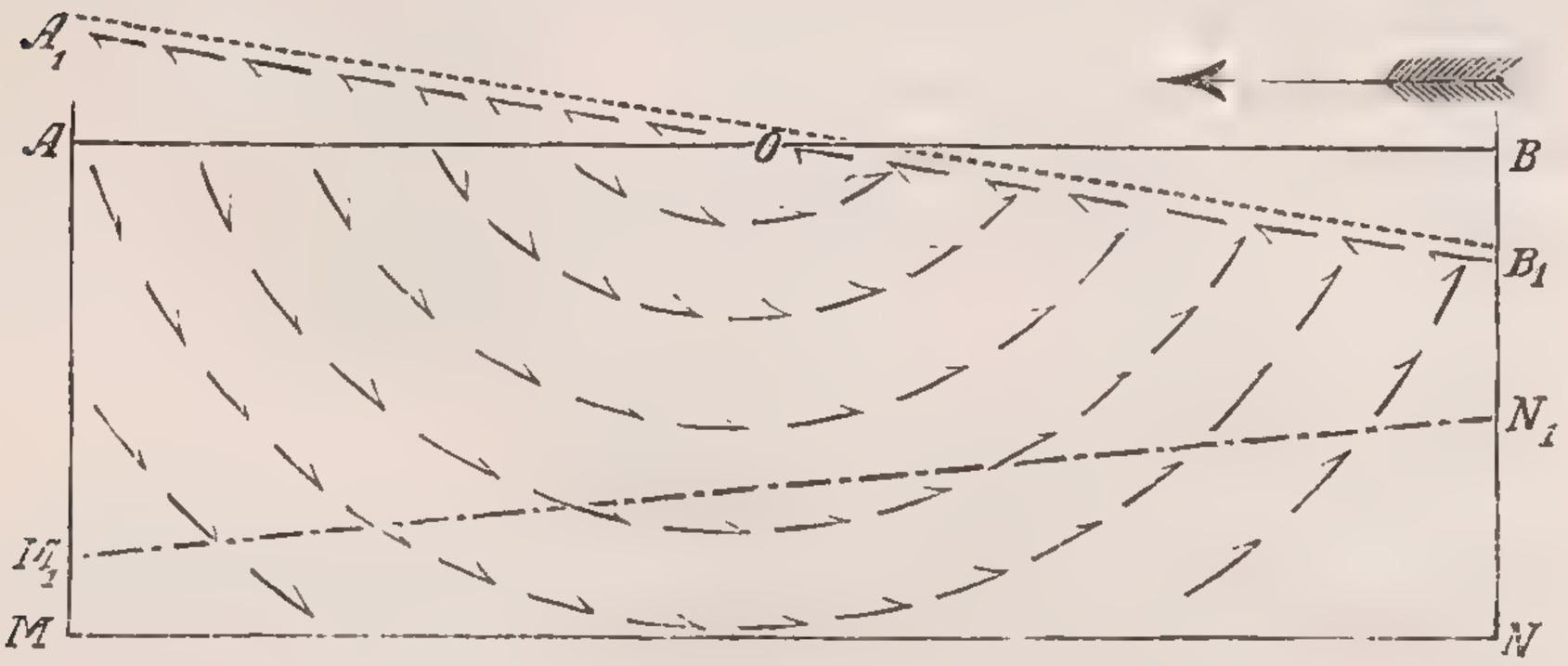
„In unmittelbarer Nähe der Station Neufahrwasser liegen die wohlbesuchten Badeorte „Westerplatte“ und „Brösen“. Die Eröffnung der Saison ist gewöhnlich am 15. Juni. In Folge des sehr warmen Mai und der hohen Wassertemperaturen wurden die Bäder an beiden Orten in diesem Jahre (1889) bereits am 2. Juni eröffnet. Die Temperatur des Seewassers schwankte um diese Zeit zwischen 20—23,7° C und hielt sich bis zum 9. Juni, wo am Nachmittag, wahrscheinlich zwischen 3 und 4 Uhr, an beiden Orten dieselbe ziemlich plötzlich bis auf 10° C herunterging, in Folge dessen das Baden trotz des sehr heissen Tages eingestellt wurde. Der Wind war während der vorhergehenden Zeit südlich (ablandig). Die gewöhnlichen Seewinde, Nord- und Ostwinde, blieben an jenem Tage aus“. Aehnliche Fälle berichtet Hoffmann von der Kieler Föhrde und dem Memeler Tief*). In der letzteren Bucht beobachtete er einmal bei starkem Ostwinde innerhalb 24 Stunden ein Sinken der Oberflächenwärme von 19° auf 6° C, während gleichzeitig in 36 Sm Entfernung vom Lande die Temperatur von 6° erst in 70 m Tiefe zu finden war.

Wie in solchen Fällen der vertikale Tiefenstrom zu Stande kommt, das möge folgende kurze Betrachtung veranschaulichen:

---

*) Segelhandbuch für die Ostsee, S. 59.

Angenommen, die Wasseroberfläche AB wird längere Zeit hindurch von einem Winde, der in der Richtung des Pfeiles weht, getroffen. In Folge der Reibung zwischen Luft und Wasser wird das Oberflächenwasser von B nach A hingeführt, das Niveau wird bei B sinken, bei A sich heben. Hierdurch wird nothwendigerweise der Druck auf die unter AO gelegenen Tiefenschichten sich von O nach A in dem Maasse steigern, als er von O nach B abnimmt. Der Stau-Effect ist hierbei direct proportional der Länge des Wasserbeckens; je länger dieses ist, desto weiter kann der Wind ausholen, um die Wassertheilchen bei A



anzuhäufen. Der über AO entstandene Ueberdruck, hervorgerufen durch die Wassermasse AOA_1, zwingt nun alle unter AO gelegenen Wassertheilchen, in der in der Zeichnung angedeuteten Weise nach den benachbarten unter weniger hohem Drucke stehenden Schichten umzubiegen. In Folge dessen entsteht in der ganzen unter A_1B_1 gelegenen Wassermasse eine der Oberflächenströmung entgegengesetzte Bewegung, welche so lange anhält, bis die Niveauungleichheit bei A_1 und B_1 aufgehoben ist, und die um so kräftiger, je stärker der Anstau ist.

Nach Coldings Untersuchungen*) ist der Stau-Effect proportional dem Quadrate der Windgeschwindigkeit. Ein doppelt so starker Wind giebt also eine viermal so starke Anstauung. Verläuft nun der Boden des Beckens horizontal und ist das Wasser sehr tief, so wird der Ersatzstrom wenig in seiner

*) Kongel. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 5. Raekke XI u. 6. Raekke I, Kjöbenhavn 1876 u. 1881.

Geschwindigkeit aufgehalten, der Niveau-Unterschied wird zum grössten Theil durch senkrechtes Aufsteigen von Tiefenwasser schnell beseitigt; fällt jedoch der Boden von N nach M steil ab, d. h. ist das Wasser bei B seicht und bei A sehr tief, so wird die Tiefenersatzströmung eine starke Reibung mit ihrer Unterlage zu bestehen haben; der Ausgleich wird bei B in solchen Fällen nur zu einem kleinen Bruchtheil von dem Tiefenwasser geschaffen, zum grössten Theil strömt dann das Wasser in seitlichen Oberflächenströmen herbei.

Ausser dem ablandigen Wind können nun, wie Hoffmann, welcher sich in den letzten Jahren wiederholt mit Strömungen mit vertikaler Bewegungscomponente beschäftigt hat, behauptet, noch andere Factoren ein Aufsteigen von Tiefenwasser verursachen. So schreibt er namentlich dem Einflusse der Erdrotation und der Configuration der Küste auf eine Strömung in der Nähe des Landes in vielen Fällen ein Emporheben von Tiefenwasser zu und fasst deshalb die Erklärung des Auftriebes viel allgemeiner, indem er sagt:*)

„Wasser aus der Tiefe kann überall da aufsteigen, wo eine Küstenströmung das Bestreben hat, von der Küste abzuschwenken. Die Strömung übt dann eine saugende Wirkung auf das umgebende Wasser aus. Sowohl von der stromlosen Oberfläche als aus der Tiefe fliesst das Wasser hinzu, um den Winkel zwischen Land und Strömung auszufüllen.“

Was nun das Vorkommen von kaltem Auftriebwasser betrifft, so haben die genannten Ozeanographen ausser den schon erwähnten Westküsten von Südamerika und Südafrika noch die Küsten von Marokko und Kalifornien als gute Beispiele für Gebiete mit fast ständiger vertikaler Circulation im Meerwasser bezeichnet. In jüngster Zeit hat Korvetten-Kapitän Hoffmann auch an der Ostseite von Afrika an der Küste des Somalilandes ein Kaltwassergebiet entdeckt und einige recht interessante Temperaturreihen mitgetheilt, bei denen eine andere Deutung der niedrigen Oberflächenwärme, als die Wirkung eines Auftriebes, von vornherein ausgeschlossen ist. Alle seither veröffentlichten Mittheilungen über das kalte Küstenwasser obiger Gebiete beschränken sich jedoch nur auf einige wenige Beispiele

*) Annalen der Hydrographie 1887, S. 26—27.

von abnorm niedrigen Oberflächentemperaturen, die zwar alle eine starke Depression der Wasserwärme in der Nähe der Küsten deutlich erkennen lassen, die aber nicht im Stande sind, über die Ursachen und oberflächliche Verbreitung dieser abnormen Erscheinung nähere Auskunft zu geben, was bei der grossen Bedeutung, welche eine genaue Kenntniss der thermischen Verhältnisse der Meeresoberfläche in solchen Gebieten für den Geographen sowohl, als insbesondere für den praktischen Seemann hat, durchaus wünschenswerth wäre. Ich habe daher den Versuch gemacht, für zwei Gebiete, nämlich die Nordwest- und Nordostküste Afrikas, genauer gesagt für die Ostseite des nordatlantischen und die Westseite des nordindischen Ozeans auf Grund des im Archiv der deutschen Seewarte vorhandenen Beobachtungsmateriales, welches ich bei einem längeren Aufenthalte in Hamburg einsehen konnte,*) die Ursachen, oberflächliche Ausdehnung und Einflüsse des Auftriebwassers in diesen Gebieten etwas näher darzulegen.

Ich möchte jedoch gleich im Voraus bemerken, dass vorliegende Arbeit keineswegs in allen Theilen den Anspruch auf eine ganz genaue Wiedergabe der in Wirklichkeit existirenden Verhältnisse machen kann. Hierzu reicht das bis jetzt bekannte Beobachtungsmaterial aus den oben genannten Gebieten meist lange noch nicht aus. Nachstehendes Unternehmen kann vorläufig nur bezwecken, unsere seitherige Kenntniss des kalten Oberflächenwassers an den betreffenden Küsten zu erweitern und einige irrthümliche Auffassungen, welche bisher über die Herkunft und Verbreitung dieser abnormen Erscheinung geherrscht haben, zu berichtigen. Vielleicht wird durch diesen Versuch auch die Anregung zu weiteren Bearbeitungen gegeben und besonders zu zahlreichen und aufmerksamen Beobachtungen an den Kaltwasserküsten herausgefordert.

---

*) Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle dem Verein für Geographie und Statistik zu Frankfurt a. M. für die mir zu dem Aufenthalte in Hamburg bereitwilligst gewährte Unterstützung, sowie den Herren Geh. Admiralitätsrath Prof. Dr. Neumayer, Kpt. Dinklage und Prof. Dr. Köppen für das ausserordentlich freundliche Entgegenkommen bei meinem Arbeiten auf der Seewarte meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen.

I. Theil: **Atlantischer Ozean.**

Werfen wir einen Blick auf eine Isothermenkarte der Meeresoberfläche des nordatlantischen Ozeans,*) so wird uns auffallen, dass an der Westseite der iberischen Halbinsel, ferner an den Küsten von Marokko, der Sahara und Senegambiens etwa bis in die Nähe des grünen Vorgebirges die Linien gleicher Oberflächenwärme einen grossen Theil des Jahres hindurch äusserst steil nach Süden hin abfallen, ein Zeichen, dass hier das Meer bedeutend kühler sein muss, als im offenen Ozean gleicher Breite oder an den entsprechenden Theilen der nordamerikanischen Küste. Bis vor kurzem pflegte man diese Erscheinung auf den Einfluss der Strömung, welche sich ungefähr 45° n. Br. vom Golfstrom abzweigt, bei C. Finisterre auf die spanische Küste stösst und von hier aus zwischen den Azoren, Madeira und dem südeuropäischen Kontinent läuft, dann unter dem Namen „Kanarienströmung“ der Küste von Nordwestafrika bis zum Kap Verde folgt und hier plötzlich nach Westen abbiegt, zurückzuführen. Man nahm bei dieser Erklärung stillschweigend an, dass die Strömung, da sie sich von höheren zu niederen Breiten bewegt, nothwendigerweise relativ kaltes Wasser führen müsse. Auch die abnorm niedrigen Oberflächentemperaturen des Meeres in der Strasse von Gibraltar, welche den praktischen Seefahrern lange bekannt gewesen sind, schrieb man der kühlen Strömung an der Ostseite des nordatlantischen Ozeans zu, indem man sich auf die wohlbekannte Thatsache stützte, dass der Strom, welcher sich inmitten der Enge nach dem Mittelmeer hin bewegt, ein Arm der kühlen Kanarienströmung sei, welchen diese bereits bei C. S. Vincent nach Südosten hin sendet.

Carpenter, welcher sich zuerst mit den thermischen Verhältnissen der Meeresoberfläche in der Strasse von Gibraltar näher beschäftigt, hat nun die Unrichtigkeit der obigen Deutung der niedrigen Wasserwärme der Enge nachgewiesen. Nachdem ihm nämlich bereits bei seinem ersten Aufenthalte in der Strasse die ausserordentlich grosse Depression in der Oberflächenwärme des Meeres aufgefallen war, untersuchte er die Verhältnisse bei

---

*) cf. Berghaus, Physikalischer Atlas Taf. 21, 22 oder die betr. Karten im Atlas d. atl. Ozeans, hg. von der Direktion der deutschen Seewarte, Hamburg 1875, ferner Krümmels Karten i. d. Zeitschr. f. wiss. Geogr. VI, S. 31.

einer zweiten Reise genauer. Er durchkreuzte zu diesem Zwecke — es war im Monat August — die Meerenge zweimal und maass hierbei in kurzen Abständen die Oberflächentemperaturen. Zunächst auf einer Strecke im östlichen Theil der Strasse, von Pearl Rock (am Eingange in die Gibraltar-Bucht) nach der Cirres-Spitze (an der marokkanischen Küste), sodann auf der Ueberfahrt von Tarifa nach der Tanger-Bucht, also im westlichen Theil der Enge und endlich noch auf einer Fahrt längs der afrikanischen Küste von C. Spartel nach Tanger.*) Hierbei machte er die eigenthümliche Beobachtung, dass die Wasserwärme von der spanischen nach der afrikanischen Küste stetig abnahm. Bei Tarifa betrug die Oberflächentemperatur 19,3° C, in der Mitte der Strasse 16,7° C und in der Tanger-Bucht sogar nur 15,5° C. Noch grösser waren die Unterschiede im östlichen Theil der Enge. Bei Pearl Rock wurde 22,5° C, in der Mitte 16,6° und an der Cirres-Spitze 15,3° C gemessen. Nach diesen Untersuchungen unterlag es bei Carpenter keinem Zweifel mehr, dass das abnorm kühle Wasser in der Strasse von Gibraltar nicht durch eine oberflächliche Zufuhr vom Ozeanwasser hervorgerufen würde. Solch niedrige Temperaturen, wie sie das Meer an der afrikanischen Küste der Enge gezeigt hatte, waren an der Ostseite des nordatlantischen Ozeans zu derselben Zeit immer erst in der Höhe der Südküste von Irland von Carpenter angetroffen worden. Er kommt daher zu dem Schlusse, dass das kalte Wasser in der Strasse von einer Wasserschicht herstamme, welche im benachbarten Ozean unter der warmen Oberflächenschicht liege und die durch das Hinwegfliessen über die Schwellen in der Enge an die Oberfläche gelange. Im Verlaufe unserer Betrachtung werden wir noch auf diese Erklärung näher einzugehen haben; vorläufig wollen wir uns nur darin Carpenter anschliessen, dass wir hier eine andere Ursache als eine kalte Oberflächenströmung für die niedrigen Wassertemperaturen annehmen müssen.

Einige Jahre später glaubt Professor Th. Fischer**) auf Grund seiner klimatischen Studien der atlantischen Küstengebiete der Mittelmeerländer die Behauptung aussprechen zu

---

*) Proc. of the Roy. Geogr. Soc. 1874, S. 333.
**) Fischer, Klima der Mittelmeerländer, S. 26.

dürfen, dass auch an der Westseite der iberischen Halbinsel und an derjenigen von Marokko das Meer einen grossen Theil des Jahres hindurch niedrigere Temperaturen besitzen müsse, als ihm eigentlich zukäme. Fischer findet nämlich, dass in obigen Gebieten das Meer acht Monate im Jahre temperaturerniedrigend auf die Luftwärme wirkt und zwar an einigen dem Einflusse des Küstenwassers recht exponirten Stationen in solchem Maasse, dass hier Oberflächen-Temperaturen angenommen werden müssen, die unmöglich von dem Zweig des Golfstromes, der sich hier längs der Küste bewegt, hervorgebracht werden können, sondern die nur in der Annahme eines Aufsteigens von Tiefenwasser an die Meeresoberfläche eine Erklärung finden.

Eine Anzahl von meteorologischen Schiffsjournalen, welche ich nach den Oberflächen-Temperaturen des Meeres längs der genannten Küsten durchgesehen habe, enthalten eine Reihe von Temperatur-Aufzeichnungen, welche deutlich obige von Fischer ausgesprochene Vermuthung unterstützen können. Beginnen wir zunächst einmal mit der Betrachtung der thermischen Verhältnisse der Meeresoberfläche längs der Küste der westiberischen Halbinsel. So viel aus den mir vorliegenden Beobachtungen ersichtlich, findet sich hier abnorm niedrig temperirtes Küstenwasser erst südlich von 40° n. Br. und von hier ab auch nicht zu allen Jahreszeiten, sondern meist nur in den wärmeren Monaten, besonders von Juli bis September. Wie gross in dieser Zeit oft die Depression in der Meereswärme an einigen Stellen ist, das mögen folgende Auszüge, welche ich aus der grossen Zahl von Beobachtungen herausgegriffen habe, veranschaulichen:

Monat Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W. v. Gr.	Temperatur der Meeresoberfl.	Temperatur der Luft	Bemerkungen	Journal des Schiffes
Juli				°C	°C		
I. 17.	12h. Mtg.	36°54′	8°35′	17,5°	20,5°	—	D. Europa.
II. 16.	12h. „	37°13′	9° 2′	18,0°	20,0°	—	N.D.L. Sachsen.
	4	37°48′	9° 9′	18,0°	20,2°	—	
	8	38°23′	9°16′	18,0°	19,5°	—	
	12	38°58′	9°23′	18,0°	19,0°	—	
17.	4h.	39°33′	9°30′	20,5°	21,0°	—	
	8	39° 8′	9°38′	20,0°	20,5°	—	
	12	40°44′	9°46′	20,0°	20,5°	—	

Monat	Dat.	Uhr	Breite N.	Länge w. v. Gr.	Temperatur der Meeresoberfl. °C	Temperatur der Luft °C	Bemerkungen	Journal des Schiffes
Juli								
III.	21.	12h. Mtg.	38° 4′	12°11′	19,9°	20,0°	—	S. S. Henry.
		4	37°50′	11°33′	19,7°	19,4°	—	
		8	37°36′	10°55′	19,7°	19,1°	—	
		12	37°22′	10°17′	19,0°	19,0°	—	
	22.	4	37° 8′	9°39′	18,9°	18,2°	—	
		8	36°52′	9° 1′	16,8°	17,9°	—	
		12	36°38′	8°22′	18,4°	18,9°	—	
August								
IV.	7.	4	35°59′	5°52′	22,5°	23,7°	Dichter Nebel.	S.S. Massalia.
		8	36°13′	6°36′	22,1°	23,0°	—	
		12 Mtg.	36°27′	7°19′	21,6°	21,8°	—	
	8.	4	36°41′	8° 1′	21,5°	21,2°	—	
		8	36°57′	8°43′	18,1°	19,3°	—	
		12h. Mtg.	37°30′	9° 4′	18,4°	18,8°	—	
		4	37°52′	9°19′	18,1°	18,6°	—	
		8	38°22′	9°26′	16,5°	16,3°	—	
		12	38°54′	9°36′	16,0°	16,5°	—	
	9.	4	39°27′	9°37′	16,8°	16,9°	—	
		8	40° 2′	9°35′	17,6°	18,0°	—	
		12	40°30′	9°39′	18,2°	18,6°	—	
V.	30.	8h. p. m.	40°20′	9°34′	19°	19,0°	—	D. Nürnberg.
September								
	1.	12h. Mtn.	39°	9°50′	18°	17,5°	—	
		4	39°	9°37′	16°	19,0°	Von 4 h. ab anhaltender Nebel.	
		8	38°15′	9°50′	17,5°	17,5°	—	
		12h. Mtg.	37°43′	9°35′	19,0°	17,5°	—	
		4	36°44′	9° 7′	20,5°	20,5°	—	
		8	36°27′	8°10′	21,0°	21,0°	—	
		12	36°27′	7°18′	22,5°	22,0°	—	
	2.	4h.	36° 8′	6°30′	22,5°	24,5°	—	
VI.	7.	4	40°37′	9°59′	19,2°	18,3°	—	S. S. Niobe.
		8	39°59′	10° 3′	18,0°	20,2°	—	
		12h. Mtg.	39°12′	10° 7′	17,9°	21,2°	Diesige Luft, nebelig.	
		4	C. da Roca, 15 Sm E Abstand		16,8°	18,8°		
		8	38°14′	9°17′	18,3°	19,4°		
		12	37°45′	8°48′	19,1°	20,1°		
	8.	4	—	—	19,9°	19°	—	
		8	C. S. Vincent 10 Sm N.		19,4°	20°	—	
		12h. Mtg.	36°18′	7°20′	22,2°	25°	—	

Monat Dat.	Uhr	Breite N.	Länge w. v. Gr.	Temperatur der Meeres-oberfl.	Temperatur der Luft	Bemerkungen	Journal des Schiffes
September				°C	°C		
VII. 2.	12h. Mtg.	39° 8′	11°20′	20,7°	21,0°	—	Barke Beatrice.
	4	39° 6′	11°10′	21,0°	21,7°	—	
	8	39° 3′	10°59′	20,0°	20,0°	—	
3.	12 Mtg.	39° 1′	10°49′	20,2°	19,6°	2 h. a. m. dick von Nebel.	
	4	39°58′	10°38′	19,3°	19,6°	Die ganze Woche dicker Nebel.	
	8	39°56′	10°28′	16,8°	18,3°	9½ h. mussten wegen Nebel beidrehen	
	12	39°53′	10°17′	—	—	—	
	2h.	Auf der Rhede von Lissabon geankert.					
5.	12h. Mtg.	Als das Schiff den Hafen wieder verliess, fand es					
		38°38′	9°30′	16,3°	17,2°		
	4	Bei weiterer Entfernung von der Küste					
		—	—	18,5°	19,2°		
	8	—	—	19,3°	19,3°.		

Die übrigen mir zu Gebote stehenden Temperaturbeobachtungen stimmen in der Hauptsache mit diesen Reihen überein, und ich glaube daher folgende die Oberflächen-Temperaturen des Meeres in der Nähe der atlantischen Küste der iberischen Halbinsel betreffende Angaben machen zu können:

Nördlich von 40° n. Br. besitzt das Meerwasser in der Nähe der portugiesischen Küste in den Monaten Juli, August und September eine mittlere Oberflächenwärme, welche sich von derjenigen des offenen Ozeans nicht wesentlich unterscheidet, in der Nähe des 40. Parallel beträgt dieselbe im Mittel 19° C. Begibt man sich von hier aus nach Süden, so nimmt die Wasserwärme ab, und zwar hat das Meer zwischen 39½° und 38½° n. Br. dicht unter Land gewöhnlich zu der genannten Zeit die abnorm niedrige Temperatur von 16° C.; in einem Abstande von 10—15 Sm von der Küste ist hier die Meerestemperatur noch 17° C; in 50 Sm Entfernung jedoch schon 19° C im Mittel. Südlich von 38½° n. Br. bis in die Nähe des Kap San Vincent beobachtet man in der Nähe der Küste eine mittlere Sommerwärme von 18° C; in 30 Sm Abstand hat der Ozean in dieser Breite zu derselben Zeit eine Durchschnittswärme von 20° C. Beim Passiren des Kap San Vincent wird man regelmässig ein

Fallen der Wassertemperaturen, das um so stärker ist, je näher man sich dem Lande befindet, beobachten können; Temperaturen von 16—17° C sind in der Nähe des Vorgebirges im August und September nicht selten. Für das Küstenwasser östlich von Kap San Vincent fand ich nur wenige Angaben, die in der Höhe der Temperaturen sehr schwankten; im allgemeinen machte ich die Beobachtung, dass an der Küste von Algarve das Meer im Westen und Osten kühler ist, als in der Mitte. Südlich der Breite von 37° n. Br. nimmt die Wasserwärme rasch zu; in einer Entfernung von 20 Sm von der portugiesischen Küste hat der Ozean hier überall eine Temperatur, welche nicht unter 20° C bleibt. An der spanischen Küste, im Golf von Cadiz, scheint im Sommer kühles Oberflächenwasser nicht zu existiren, wenigstens zeigen die mir vorliegenden Beobachtungen der Temperaturen dieses Meerestheiles keine grösseren Unterschiede von der mittleren Wärme des offenen Ozeans derselben Breite.

Aus diesen wenigen Bemerkungen erhellt schon die Unhaltbarkeit der früheren Annahme, welche das kühle Küstenwasser auf eine Oberflächenströmung aus höheren Breiten zurückführte. Denn wir haben gesehen, dass das kühle Oberflächenwasser immer dicht unter Land da, wo kein Strom angetroffen wird, sich findet und von hier aus mit der Entfernung von der Küste rasch zunimmt,*) so dass wir also annehmen müssen, dass nur der Meeresstreifen zwischen Strömung und Küste relativ kaltes Oberflächenwasser besitzt, während die Strömung selbst dieselbe Wärme zeigt wie der offene Ozean. Ferner können wir nach der seitherigen Erklärung nicht verstehen, warum erst südlich des 40. Parallels das kühle Oberflächenwasser die Küste begleitet und bei der spanischen Küste wieder verschwindet, trotzdem doch hier noch ein Arm der Strömung einherläuft.

Berücksichtigen wir neben obigen Beobachtungen noch die Windverhältnisse über diesem Theil des nordatlantischen Ozeans, so kann wohl nicht mehr daran gezweifelt werden, dass die niedrigen Oberflächentemperaturen des Küstenwassers hier nur durch ein Emporsteigen von Tiefenwasser hervorgerufen werden. An der ganzen Westküste der iberischen Halbinsel südlich von

---

*) cf. Beobachtungsreihe III u. VII.

40° n. Br. herrschen nämlich in der Zeit, in welcher hier kaltes Oberflächenwasser beobachtet wird, auch ablandige Winde. Nord- und Nordostwinde sind in dem 5 Gradfeld 35—40° n. Br. und 5—10° w. Lg., namentlich in den Monaten Juli—September bei weitem die häufigsten Winde.*) Wir müssen also annehmen, dass in dieser Zeit wenigstens das Oberflächenwasser beständig von der Küste der iberischen Halbinsel abgetrieben und nach dem offenen Ozean im Süden und Südwesten vom europäischen Kontinent angestaut wird. In Folge dessen wird an den Theilen der Küste, an denen das Land steil ins Meer fällt, wie am Kap da Roca, Espichel und Kap San Vincent eine kräftige vertikale Compensationsströmung erzeugt, insbesondere, da diese Vorgebirge noch weit in's Meer vorspringen und somit Oberflächenersatzströmungen aus dem Ozean den Zutritt verschliessen. Aus diesem Grunde finden wir in der Nähe der genannten Vorgebirge auch das kühlste Wasser.

An der spanischen Küste, im Golf von Cadiz, sind die Bedingungen für den Auftrieb recht ungünstig. Die Küste verläuft hier in einem grossen nach Westen geöffneten Bogen, dem gewöhnlich auf grössere Strecken hin seichtes Meer vorgelagert ist. Daher wird hier der Ersatz durch eine Oberflächenströmung, die sich von der meridional verlaufenden Strömung in der Nähe von Kap San Vincent abzweigt und dann der Küste bis zur Strasse von Gibraltar folgt, geschaffen.

Mit dem Seltenwerden der Nord- und Nordostwinde verschwinden auch die niedrigen Wassertemperaturen. Im Winter und Frühjahr scheinen diese gänzlich zu fehlen; das Meer besitzt in dieser Zeit zwischen 36° und 40° n. Br. überall eine Temperatur von 14°—16° C. Nur in der Bucht von Lissabon, in der Nord- und Nordostwinde das ganze Jahr hindurch häufig sind,**) kann man wohl zu allen Zeiten ein Aufsteigen von Tiefenwasser konstatiren.***) So wurde z. B. auf S. M. S. „Sophie“

---

*) Siehe Windkarten im Atlas des atlantischen Ozeans.

**) Zeitschr. f. Meteorol. 1878, S. 127.

***) Auf der Rhede von Lissabon, wie überhaupt in allen Buchten, welche mit dem Meere nur durch eine verhältnissmässig schmale Rinne in Verbindung stehen, üben neben den ablandigen Winden auch die Gezeiten einen Einfluss auf die Oberflächentemperaturen aus. Bei Ebbe ist hier die Wasserwärme niedriger als bei Fluth. Ingenieur Stapff fand in Lissabon am 2. Nov. 1885

beim Einsteuern in den Hafen von Lissabon am 27. Oktober 1886 ein solcher Fall beobachtet. Bei ablandigem Wind fiel auf der Rhede die Wasserwärme innerhalb kurzer Zeit von 17° auf 14,4° C, stieg jedoch bei abnehmender Stärke und nach Aenderung der Windrichtung wieder auf 16,2° C. Das meteorologische Tagebuch enthält hierüber folgende Aufzeichnungen:

Uhr	Breite n.	Länge w.	Wind- Richtung	Wind- Stärke	Temperatur der Meeresoberfl.	Temperatur der Luft
4h. a.m.	39°35,3′	9°46′	NNE	5	17° C	15,6° C
8	—	—	„	4—3	17,2°	16,0°
12h.	11h. 30′ im Hafen von Lissabon geankert		„	3—2	14,4°	18,4°
4	—	—	NNW	3	16,2°	17,8°
8	—	—	„	2—1	16,0°	15,5°
12	—	—	Stille	0	16,2°	15,2°

Ehe wir uns nun zur Betrachtung der thermischen Verhältnisse des Oberflächenwassers längs der Nordwestküste von Afrika wenden, wollen wir zuvor noch etwas auf die eigenthümliche Vertheilung der Wassertemperaturen in der Strasse von Gibraltar eingehen. Wie wir uns erinnern, machte hier Carpenter die merkwürdige Beobachtung, dass von der spanischen nach der afrikanischen Küste die Wasserwärme stetig abnahm und zwar so rasch, dass an der marokkanischen Küste das Meer im August nicht höher als 15,5° C erwärmt war, während an der gegenüberliegenden spanischen Küste die Wassertemperaturen sogar die Höhe von 22,5° C erreichten. Die näheren Ergebnisse der Messungen von Carpenter waren folgende:

Pearl Rock . . .	22,5° C	Tarifa.	19,3° C	Kap Spartel. .	20° C
	21,4°		18,9°		20°
	20,3°		17,8°		18,3°
	18,6°		17,2°		17,8°
	16,6°		16,7°		17,2°
	15,5°		16,7°		17,2°
	15,0°		17,2°		17,8°
	15,5°		16,7°		16,9°
	15,5°		16,7°		16,7°
Cirres-Spitze . .	15,3°	Tanger-Bucht	15,5°	Tanger-Bucht	15,5°

Nachmittags 3 Uhr im Tajo vor Lissabon bei Ebbe eine Temperatur von 14,3° C, während 2 Stunden nachher in der Mündung des Tajo 19,0° C Wassertemperatur gemessen wurde. (Ann. d. Hydr. 1887, 68.)

Als Ursache der starken Depression in der Oberflächenwärme des Wassers bezeichnet Carpenter das Aufsteigen von Grundwasser, welcher Vorgang durch das Hinwegfliessen der Strömung in der Enge über die starken Bodenerhebungen am Meeresgrunde hervorgerufen werde. Jedoch Witte*) hat bereits gezeigt, dass diese Erklärung nicht stichhaltig ist, da hieraus einmal nicht hervorgeht, weshalb nur an der afrikanischen Seite der Strasse das Wasser abnorm kühl ist, während an der spanischen Küste die Oberflächen-Temperaturen verhältnissmässig hoch sind; sodann mit obiger Deutung die Thatsache gar nicht vereinbar ist, dass auf der östlichen Strecke zwischen Pearl Rock und der Cirresspitze die Temperaturen niedriger sind als im Westen zwischen Tarifa und Tanger, während man doch nach der Auslegung von Carpenter das Umgekehrte erwarten sollte, da im Westen der Boden bedeutend flacher ist als im Osten, folglich auch im westlichen Theil der Enge tiefer gelegene (kältere) Schichten an die Meeresoberfläche gelangen müssten, als im östlichen. Aber auch die Erklärung, welche Witte für die Herkunft des kalten Oberflächenwassers in der Gibraltarenge zu geben sucht, halte ich für wenig wahrscheinlich. Seiner Ansicht nach verursacht die Kanarienströmung das kalte Wasser, indem sie an ihrer linken Seite Tiefenwasser emporhebt und diesen Einfluss bis tief in die Enge hinein geltend macht. Angenommen die Kanarienströmung, welche vor der Strasse von Gibraltar sehr weit von dem afrikanischen Kontinente entfernt ist und hier überdies eine ausserordentlich geringe Geschwindigkeit besitzt, übe, trotzdem sich das ganze Oberflächenwasser des Ozeans vor der Strasse gegen Osten bewegt, dennoch obenerwähnte Wirkung aus, so muss es doch sonderbar erscheinen, dass z. B. bei Kap Spartel noch kein Empordringen von Tiefenwasser zu beobachten ist**), in der nahegelegenen Tangerbucht jedoch schon eine Wasserschicht, die etwa 100 m tief liegt, an die Meeresoberfläche gehoben wird.

Ich erkläre mir die abnorme Erscheinung folgendermaassen: In der Strasse von Gibraltar bewegt sich, wie bekannt, ein Niveau-Ausgleichsstrom aus dem atlantischen Ozean in's Mittel-

---

*) Witte, Ueber Meeresströmungen, Programm der Fürstenschule zu Pless 1879, S. 29.

**) Wie aus der dritten Beobachtungsreihe ersichtlich.

meer. Diese Strömung setzt sich zum Theil aus einem Strom, der vom C. S. Vincent der Küste der iberischen Halbinsel folgt, und kurz vor Tarifa vom Lande abschwenkt und sich nach Südosten wendet, zum anderen Theil aus einem Strom, der etwa in der Breite von Rabat beginnt und der Küste von Marokko folgend nach Nordosten fliesst, zusammen.*) Dicht vor dem Eingang in die Strasse vereinigen sich beide Aeste und von hier ab läuft dann ein Strom mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3,7—5,5 km in der Stunde ungefähr mitten in der Strasse direkt nach Osten.**) Diese Bewegung des Wassers in der Mitte des ziemlich engen Kanales hat zur Folge, dass sowohl von der spanischen, als auch von der afrikanischen Küste her das Oberflächenwasser aspirirt d. h. mit in die westöstliche Bewegung hineingezogen wird. In Folge dessen muss sich offenbar das Niveau des Meeres in der Strömung heben und an den beiden Küsten senken. An der spanischen Seite ist nun die Configuration der Küste eine derartige, dass auf bequeme Weise die Niveauungleichheit durch eine seitliche Oberflächenströmung aufgehoben werden kann. Hier tritt nämlich das Land in der Bucht von Gibraltar auffällig zurück und schafft somit gewissermassen ein grosses Reservoir, aus dem das Wasser fortwährend herangesogen wird; ein Vorgang, welcher noch durch die an dieser Küste häufigen Ostwinde wesentlich gefördert wird. Daher beobachten wir dicht am Lande eine Ostwestströmung, welche das warme Wasser aus der Bucht von Gibraltar und vom Mittelmeer her bis in die Nähe von Tarifa führt.

Anders liegen die Verhältnisse an der afrikanischen Küste. Hier springt nach Osten hin das Land auffällig vor, wodurch einer Compensationsströmung aus dieser Richtung der Zutritt versagt wird. Daher muss hier das Tiefenwasser als Ersatzquelle dienen. Je näher nun die Strömung vom atlantischen Ozean in das Mittelmeer der afrikanischen Küste kommt und je grösser ihre Geschwindigkeit ist, desto stärker muss auch der Auftrieb entwickelt sein. Aus diesem Grunde finden wir daher im Osten der Strasse, zwischen den Säulen des Herkules, das kalte Wasser in grösserem Abstande von der Küste als im Westen.

---

*) Africa Pilot I, S. 69.
**) Smyth, The Mediterranean, S. 160.

In zweiter Linie haben wir bei der Erwähnung der Ursachen des Auftriebes längs der afrikanischen Küste der Gibraltarstrasse auch den Einfluss der Winde mit in Betracht zu ziehen. So viel uns von Tanger bekannt, ist hier die jahreszeitliche Vertheilung der Winde in % folgende:*)

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Winter	7	7	20	3	1	23	28	11	%
Frühling	5	9	17	2	3	18	31	14	„
Sommer	8	12	25	—	4	9	30	12	„
Herbst	10	11	18	3	3	14	25	15	„
Jahr	8	10	20	2	3	16	28	13	„

Hieraus erkennen wir, dass im Süden der Strasse westliche Winde die häufigsten sind. Diese beschleunigen die Geschwindigkeit der Strömung und verstärken ihre aspirirende Wirkung. Die nächsthäufigen Winde, die aus Osten, hemmen zwar den Lauf der Strömung — oft zwingen sie sogar den Strom in entgegengesetzter Richtung zu laufen — jedoch treiben sie das Wasser von der Küste weg und schaffen auf diese Weise einen Auftrieb. Auch die Gezeiten sind von Einfluss auf die vertikale Circulation in dem Wasser dicht unter der afrikanischen Küste, da, wie Nares nachgewiesen hat**), die Strömung inmitten der Strasse bei fallender Ebbe stärker ist als bei steigender Fluth.

Wir sehen also, dass an der afrikanischen Küste der Gibraltarstrasse das ganze Jahr hindurch Wasser aus der Tiefe emporsteigt, eine Erscheinung, welche sich in der wärmeren Jahreszeit durch äusserst niedrige Oberflächentemperaturen bemerkbar macht. Die Depression in der Meereswärme ist gewöhnlich im Sommer etwa bis zum 36. Parallel wahrzunehmen; von Juli bis September ist auf dieser Breite die Temperatur des Wassers fast beständig 19° C; vor der Strasse im atlantischen Ozean beträgt die mittlere Wärme des Meeres in obigen Monaten 20—22°; hinter der Enge im Mittelmeer 21—23° C. Nördlich des 36.° n. Br. nimmt die Oberflächentemperatur zu, dicht an der spanischen Küste trifft man im Sommer gewöhnlich 22° C an. An zwei Stellen ist aber auch hier kühles Oberflächenwasser zu konstatiren. Einmal westlich von Tarifa da, wo die Strömung vom Lande abschwenkt und nach der Mitte der Enge

*) M. Z. 1887, S. 27.

**) Proc. of the Roy. Geogr. Soc. Vol. XX, S. 97.

sich wendet, und ferner in der Bucht von Gibraltar. An letzterer Stelle regelmässig, wenn längere Zeit Ost- oder Nordwestwinde das Wasser aus der Bucht hinaustreiben. Zwei ausgezeichnete Beispiele für diese Erscheinung fand ich in den Journalen unserer Kriegsschiffe.

Bezeichnung des Schiffes und der Route	Monat Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W. v. Gr.	Kurs	Distanz Sm	Wind- Richtung	Wind- Stärke	Temperatur der Meeresoberfl.	Temperatur d. Luft
	August 1888								°C	°C
S.M.S. Bismarck	6.	12h. Mtg.	36°36′	1°12′	S72°W	38,8	ENE	2—3	23,6°	25,4°
Port Said-		4	—	—	„	37,1	„	3—4	23,6°	23,8°
Gibraltar			—	—	„	9,2				
		8	—	—	S85°W	27,7	SE	3—2	23,6°	23,2°
		12	—	—	„	36,2	„	1	23,5°	22,5°
	7.	4h. a. m.	—	—	S84°W	36,0	SSW	1	23,4°	21,9°
		8	—	—	„	36,2	NE	2—3	23,4°	22,7°
		12h. Mtg.	Rhede von Gibraltar		—	—	ENE	2	23,6°	22,9°
		4	„		—	—	NNW	2—7	17,3°	23,5°
		8	„		—	—	W	2—7	17,3°	22,2°
		12	„		—	—	„	2—7	17,2°	21,9°
	8.	4	„		—	—	N	1—6	17,5°	20,7°
		8	„		—	—	SE	1—6	18,1°	21,8°
		12h. Mtg.	„		—	—	SSW	2—5	19,9°	24,0°
		4	„		—	—	SW	2—5	19,2°	23,2°
		8	„		—	—	NNE	2—6	19,0°	22,4°
		12	„		—	—	„	—	19,0°	22,3°
	9.	4h. a. m.	„		—	—	NNW	9—6	18,8°	22,1°
		8	„		—	—	„	2	18,7°	23,2°
		12	„		—	—	SW	2—5	18,8°	24,8°
		4h. p. m.	3h. 45′ Anker auf und nach Plymouth in See gegangen				E	8	18,7°	24,2°
		8	In der Strasse v. Gibraltar nach Landpeilungen gesteuert				ESE	8	18,3°	20,5°
		12	—	—	N80°W	1/4	SE	7	18,1°	21,6°
	10.	4	—	—	N80°W	35,1	„	5	21,4°	21,2°
	Dezember 1887									
S. M. Kr. Stein	23.	4h. a. m.	In d. Strasse v. Gibraltar		—	—	NW	3—4	15,3°	9,5°
Porto Grande-		8	Rhede v. Gibraltar		—	—	WNW	3	13,8°	8,0°
Gibraltar		12h. Mtg.	„		—	—	„	2—3	14,3°	10,6°
		4	„		—	—	„	3—4	14,2°	12,5°
		8	„		—	—	„	2—1	13,8°	9,3°
		12	„		—	—	„	1—2	13,3°	8,4°

Bezeichnung des Schiffes und der Route	Monat Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W. v. Gr.	Kurs	Distanz Sm	Wind- Richtung	Wind- Stärke	Temperatur der Meeresoberfl. °C	Temperatur d. Luft °C
	Dezember 1887									
S. M. Kr. Stein	24.	4	Rh. v. Gibr.		—	—	WNW	0—1	13,5°	5,5°
Porto Grande-		8	Rhede v. Gibraltar verlassen		—	—	„	3—4	13,4°	8,5°
Gibraltar		12h. Mtg.	35°56′	5°38′	—	—	NW	3	16,8°	11,2°
		4	—	—	—	—	„	2—3	16,7°	10,0°
		8	—	—	—	—	„	3	17,0°	11,0°
		12	—	—	—	—	N	3	16,9°	11,5°

Aehnliche Fälle müssen in der Bucht von Gibraltar sehr häufig sein, da die Zahl der ablandigen Winde eine sehr grosse ist.*)

Am meisten tritt der Nordwest auf und dieser erzeugt nicht nur auf der Rhede von Gibraltar ein Aufsteigen von Tiefenwasser, sondern auch in dem Meerestheil, der östlich der Landzunge, welche die Bucht gegen das Mittelmeer hin abschliesst, gelegen ist. Die Meerestemperaturen sind hier im Sommer und Herbst bisweilen sehr niedrig. So fand z. B. der Dampfer „Massalia“ am 3. August 1885 in einer Breite von 36°7′ n. Br. und 4°47′ w. Lg. eine Meereswärme von 18,6° C, der Dampfer „Hesperia“ am 13. August 1885 in 36°16′ n. Br. und 5° w. Lg. 18,4° C und endlich der D. „Sachsen“ am 7. September 1888 in der Nähe der Punta de Europa 16° C bei einer Lufttemperatur von 24° C, während das Mittelmeer in einer Breite von 36°21′ N. und in 4°13′ w. Lg., also etwa 50 Sm weiter östlich eine Wärme von 22,5° C an seiner Oberfläche gezeigt hatte. Für gewöhnlich ist hier das kalte Wasser auf eine kleine Fläche beschränkt, bei sehr starken westlichen Winden jedoch finden wir längs der ganzen spanischen Küste bis hinter das Kap de Gata kühles Meer. Der Dampfer „Wuotan“ machte im August 1885 bei einem starken westlichen Sturm einmal folgende Beobachtungen:

Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W.	Kurs	Distanz Sm	Wind- Richtung	Wind- Stärke	Temperatur der Meeresoberfl. °C	Temperatur d. Luft °C	Bemerkungen
29./8.	12h. Mtg.	36°50′	0°11′	S81°W	22	WSW	8	25,5°	23,5°	Anhaltender Sturm aus WSW.
	4	—	—	S87°W	21	„	8	25,0°	27,5°	„
	8	—	—	„	26	„	7—8	25,0°	22,5°	„
	12	—	—	„	24	„	6—7	25,0°	22,0°	„

*) cf. Supan, Zur Statistik der unteren Luftströmungen, S. 119.

Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W.	Kurs	Distanz Sm	Wind- Richtung	Wind- Stärke	Temperatur der Meeresoberfl. °C	Temperatur d. Luft °C	Bemerkungen
30./8.	4h.	—	—	S87°W	26	W	6	25,0°	21°	Kap de Gata.
	8	—	—	S88°W	28	„	6	17,0°	18,5°	
	12h. Mtg.	36°35′	2°36′	„	26	„	4	18,0°	18,5°	
	4	—	—	S80°W	30	„	4	18,0°	18,5°	
	8	—	—	„	30	„	4	18,0°	17,0°	
	12	—	—	„	30	„	4	18,0°	17,0°	
31./8.	4	—	—	„	31	„	5	18,0°	17,0°	
	8	—	—	—	—	„	4	18,0°	17,0°	
	12h. Mtg.	36°	5°31′	—	—	„	4	19,5°	19,5°	
	4	—	—	—	—	„	4	19,0°	20,0°	Strasse von Gibraltar.

Auffällig ist an der Beobachtungsreihe der scharfe Uebergang in den Oberflächentemperaturen beim Kap de Gata. Oestlich dieses Vorgebirges zeigte das Mittelmeer noch eine Temperatur von 25° C; sobald das Kap passirt war, sank die Meereswärme um 8° C. Die nächste Messung zeigte dann 18° C und diese Temperatur wurde bis dicht vor die Strasse von Gibraltar beobachtet. In der Enge betrug die Wasserwärme 19,5° und 19° C, ein Zeichen, dass das vorher angetroffene kalte Wasser nicht von dem Gibraltarstrom herrühren konnte, sondern längs der steilen spanischen Küste aus der Tiefe hervorgedrungen sein musste. Für gewöhnlich ist hier der Streifen kühlen Küstenwassers nur schmal und bloss an der Landzunge von Gibraltar und am Kap de Gata, in der Bucht von Almeria, werden in grösseren Entfernungen noch relativ niedrige Temperaturen an der Meeresoberfläche beobachtet.

An der afrikanischen Küste des westlichen Mittelmeeres an den Gestaden von Nordmarokko und Algerien scheint das Wasser an seiner Oberfläche in gewissen Jahreszeiten ebenfalls relativ niedrige Temperaturen zu besitzen. Zuverlässige Meerestemperaturbeobachtungen, welche diese Behauptung unterstützen könnten, liegen uns leider bis auf den heutigen Tag aus dem ganzen Gebiete noch nicht vor, trotzdem z. B. an der algerischen Küste sich eine Reihe von französischen meteorologischen Stationen findet, an denen es eine leichte Arbeit wäre, neben den zahlreichen übrigen Beobachtungen auch täglich Meerestemperaturmessungen vorzunehmen. Aufzeichnungen über die Wasserwärme der algerischen Küste fand ich nur für Nemours und

Cap Caxine, und diese sind theilweise so unwahrscheinlich, dass sie jedenfalls mit grosser Vorsicht aufzunehmen sind. Die in den Observations météorologiques du réseau africain 1881, Paris 1883, niedergelegten Angaben lauten:

Nemours, Breite 35°6', Länge 1°51'W.				**Cap Caxine,** Br. 36°48'N, L. 2°58'E.			
Monat	Datum	Temperatur d. Meeres °C	Temperatur d. Luft °C	Monat	Datum	Temperatur d. Meeres °C	Temperatur d. Luft C°
1881				1879			
Januar	10.	13°	10,8°	Januar	1.	15,7°	14,3°
	20.	10°	16,5°		5.	16,7°	14,3°
	30.	11°	14,5°		15.	16,2°	14,0°
					20.	16,2°	13,7°
Februar	10.	13,5°	10,2°	Februar	1.	15,9°	13,8°
	20.	14,5°	15,7°		10.	17,1°	21,4°
	28.	12,5°	17,2°		20.	14,4°	13,3°
März	10.	12°	16,7°	März	11.	15,2°	12,1°
	20.	13°	15,0°		25.	15,7°	15,1°
	30.	11,5°	15,5°		31.	15,9°	19,4°
April	10.	13,0°	12,6°	April	1.	16,4°	17,4°
	20.	11,5°	21,0°		21.	17,2°	17,3°
	30.	15°	12,0°				
Mai	11.	10,5°	17,6°	Mai	14.	17,5°	15,8°
	20.	12,5°	20,0°		30.	19,2°	18,1°
	30.	13,0°	21,5°				
Juni	10.	14,0°	21,3°	Juni	2.	19,6°	19,2°
	20.	14,5°	23,0°		12.	20,4°	20,6°
	30.	14,0°	24,0°		22.	22,2°	22,4°
					30.	22,2°	23,4°
Juli	10.	14,0°	24,0°	Juli	1.	22,4°	22,9°
	20.	14,5°	25,0°		6.	22,4°	23,0°
	30.	15,0°	25,0°		20.	23,3°	22,5°
August	10.	15,0°	27,0°	August	1.	22,7°	20,6°
	20.	15,5°	28,7°		5.	23,4°	25,1°
	30.	14,5°	27,7°		10.	23,8°	23,0°
					21.	25,2°	22,6°
					26.	24,7°	23,7°
					30.	24,9°	23,0°
September	10.	15°	28,0°	September	1.	25,4°	25,1°
					10.	24,9°	23,3°
					20.	24,6°	23,9°
					25.	23,8°	22,5°
Dezember	10.	17,4°	14,5°	Oktober	1.	19,0°	19,8°
	20.	16,8°	8,4°		5.	23,2°	20,0°
	30.	17,0°	18,0°		10.	20,3°	18,3°
					21.	20,9°	19,3°

Was die Reihe von Nemours angeht, so klingen die sämmtlichen Zahlen, vielleicht die des December ausgenommen, wenig glaubhaft. Zunächst muss uns schon ganz unverständlich sein, wie es möglich sein kann, dass hier im westlichen Mittelmeer, in welchem bekanntlich die Temperatur des Wassers auch in den grössten Tiefen nicht unter 12,7° C beträgt, im Januar, März, April und Mai das Wasser gelegentlich noch nicht 12° C zeigte, während die Temperatur der Luft bedeutend höher war. Ebenso räthselhaft müssen uns die niedrigen Wassertemperaturen in den Sommermonaten erscheinen. Zwar wäre z. B. im August an dieser Stelle des Mittelmeeres schon eine Temperatur des Wassers von 14,5° C möglich, denn wir haben gesehen, dass an der afrikanischen Küste der Gibraltarstrasse Carpenter in demselben Monat Temperaturen gefunden hat, die 15° C wenig überschritten, und hinter der Gibraltarbucht haben wir im Mittelmeer im September eine Oberflächenwärme von 16° C konstatirt. Nehmen wir nun den Fall an, am 30. August wäre in Nemours die Seewärme 14,5° C gewesen, so ist doch keine andere Erklärung für die Entstehung dieses ausserordentlich kalten Wassers möglich als die Annahme eines Aufsteigens von Tiefenwasser, welcher Vorgang in der Bucht von Nemours nur durch lang anhaltende kräftige ablandige Winde hervorgerufen werden kann. Letztere traten aber weder am 30. August noch an dem vorhergehenden Tage auf; sondern der Wind war um diese Zeit häufig wechselnd und sehr schwach. Zudem soll noch zu derselben Zeit, in welcher das Wasser die überaus grosse Depression in der Oberflächenwärme zeigte, die Lufttemperatur eine für Nemours ungewöhnlich hohe gewesen sein (27,7° C). Wir thun also gut daran, solange wir die näheren Umstände, unter denen die Messungen angestellt worden sind, noch nicht kennen, obigen Aufzeichnungen für Nemours keine Bedeutung zu schenken. Eher rechtfertigen lassen sich schon einige wenige Beobachtungen, welche im Juni und Juli 1882 gemacht worden und im folgenden Hefte der oben genannten Zeitschrift zu finden sind. Dieselben lauten nämlich:

		Wassertemperatur			Wassertemperatur
Juni	5.	25° C	Juli	2.	23° C
„	14.	20°	„	25.	23°
„	16.	21,4°	„	28.	23°
„	25.	22°			

Diese Zahlen stimmen auch sehr gut mit den entsprechenden von Cap Caxine, welche den wahren Werthen wohl am nächsten kommen, überein.

Vergleichen wir daher diese Beobachtungen einmal mit anderen, die auch im südlichen Theil des westlichen Mittelmeeres, wie z. B. in Palermo,*) angestellt worden sind, so kommen wir zu dem merkwürdigen Resultate, dass an der afrikanischen (algerischen) Küste das Mittelmeer im Sommer und Herbst stets einige Grade kühler ist als an der $1^1/_4$ Breitegrade nördlicher gelegenen sicilianischen, während im Frühjahr und Winter die thermischen Verhältnisse des Wassers normal sind, das Meer also bei Alger wärmer ist als bei Palermo. Ein ähnliches Ergebniss liefert, wie wir später sehen werden, ein Vergleich der Lufttemperaturen beider Gebiete, so dass wohl nicht mehr daran gezweifelt werden kann, dass das Küstenwasser Algeriens im Sommer und Herbst stets weniger hoch erwärmt ist als das einige Breitegrade nördlicher gelegene westliche Mittelmeer.

Ueber die Ursache der Depression in der Oberflächenwärme des algerischen Küstenwassers lässt sich heute bei dem Mangel an zuverlässigen und längere Zeit hindurch angestellten Meerestemperaturbeobachtungen eine bestimmte Entscheidung noch nicht fällen. Möglich sind zwei Fälle. Entweder führt die Strömung längs der Küste, die, wie bekannt, aus dem atlantischen Ozean stammt und, nach dem Austritt aus der Gibraltarstrasse durch Nordwestwinde an den afrikanischen Kontinent gedrängt, diesen etwa bei Oran trifft und von hier dicht am Lande haltend nach Osten fliesst, ihr kühles Wasser weit in das Mittelmeer hinein oder an der steilen nach Osten in's Meer vorspringenden algerischen Längsküste, welche gewöhnlich in grossen nach Westen offenen Bogen verläuft, veranlasst der häufige Ostwind ein Aufsteigen von Tiefenwasser. Wahrscheinlicher wird wohl die zweite Deutung sein, besonders für die Herkunft des kühlen Oberflächenwassers am östlichen Theile der algerischen Küste. Denn die aus der Gibraltarstrasse kommende Strömung besitzt eine zu geringe Mächtigkeit**) und

---

*) Th. Fischer, Beiträge zur physischen Geographie der Mittelmeerländer, besonders Siziliens S. 173.

**) Die Mächtigkeit der Strömung in der Enge beträgt 200 m. Krümmel, a. a. O. 299.

Geschwindigkeit,*) um ihre ursprünglich sehr kühlen Temperaturen längere Zeit im Mittelmeer bewahren zu können. Bei nicht sehr starken westlichen Winden können wir wohl annehmen, dass sich das aus dem atlantischen Ozean stammende Wasser bei Cap Caxine schon derart mit dem hoch erwärmten Mittelmeerwasser vermischt hat, dass hier die Strömung schon keine bemerkenswerthe Depression in der Luftwärme mehr hervorrufen kann.

Oestlich von Alger tragen daher die ablandigen Nordostwinde, die nach der tunesischen Grenze immer mehr an Häufigkeit zuzunehmen scheinen,**) den Hauptantheil an der Erzeugung des kalten Küstenwassers und nur selten erreicht die Strömung eine solche Geschwindigkeit, dass sie hier noch eine abkühlende Wirkung hervorbringt. Ein Zeichen, dass gerade bei Ostwinden das Wasser recht kühl sein muss, ist die Erscheinung, dass bei Winden aus dieser Richtung das Wetter sehr nebelig wird, so dass das Land auf 20—25 Sm nicht sichtbar ist; während bei auflandigen westlichen Winden die Luft klar und meist sehr warm ist.***)

Eine grössere Ausdehnung als an den seither betrachteten Gebieten gewinnt das kalte Oberflächenwasser an der nordwestafrikanischen Küste. Schon äusserlich hebt sich hier das weniger hoch erwärmte Meerwasser in der Nähe des Landes scharf von dem normal temperirten offenen Ozean ab. Während nämlich der letztere in diesen Breiten gewöhnlich eine characteristische ultramarinblaue Farbe besitzt, nimmt mit der Annäherung an den afrikanischen Kontinent die Meeresoberfläche ein dunkelgrünes (flaschengrünes) Aussehen an. Dieses „entfärbte“ Wasser (discoloured water), wie der Seemann jedes Meer, welches eine von der normalen Ozeanfarbe abweichendes Aussehen besitzt, zu bezeichnen pflegt, verdankt an der afrikanischen Küste verschiedenen Faktoren seine eigenthümliche Färbung. So geben z. B. an einem grossen Theil der Saharaküste grosse Beimengungen von Wüstensand, den der ablandige Wind hier beständig in's Meer treibt, dem Ozean auf weite

---

*) Die Geschwindigkeit beträgt nach dem Austritt aus der Strasse 1 bis 1½ Sm, später ½—1 Sm per Stunde, vgl. Mediterranean Pilot S. 17.

**) cf. Supan, a. a. O. 120.

***) Mediterranean Pilot S. 17 und 217.

Strecken hin eine dunkelrothe Farbe. So soll das besonders an der Küste bei Kap Nun der Fall sein, denn der „Africa Pilot“ berichtet hierüber:*) „In einiger Entfernung sowohl nord- als südwärts des Kap Nun, ebenso auch weiter in See hat das Wasser eine rothe Farbe nebst einem dicken schmutzigen Aussehen, so dass die Spur des Schiffes noch einige Zeit sichtbar ist. Diese Entfärbung des Wassers mag die Schiffer mit der Wahrnehmung von Schaalthieren erfüllt und dazu beigetragen haben, dass man an dem Kap die Existenz von Bänken vermuthet hat, aber sie wird augenscheinlich verursacht durch eine ungeheure Menge feinen Sandes, welcher von der Wüste hergeweht wird und womit alles an Bord bedeckt wird, sogar wenn man einige Meilen von der Küste entfernt ist.“

Ferner wird an vielen Stellen, an denen das Meer auf eine grössere Ausdehnung hin seicht ist, die Farbe der Meeresoberfläche durch diejenige des Untergrundes beeinflusst, eine Erscheinung, die ja auch in unserer Ostsee wahrzunehmen ist. Auch hierfür nennt der Pilot ein Beispiel an der afrikanischen Küste. So heisst es an einer Stelle:**) „In kurzer Entfernung von Porto Cansado (liegt etwas nördlich von Kap Juby) beginnen Klippen von 90—100′ Höhe und begleiten mehrere Meilen die Küste; sie bestehen aus dunkelem Sande und ebendaraus besteht auch der Boden, welcher dem Wasser ein dunkelgrünes Aussehen gibt.“

Endlich, und das glaube ich hauptsächlich für das Küstenwasser von Südmarokko und derjenigen Ränder von Nordwestafrika, an denen das Meer grössere Tiefen besitzt, aussprechen zu dürfen, wird die grüne Farbe durch das Vorhandensein von Wasser von ungewöhnlich niedriger Temperatur und dadurch bedingtem geringen Salzgehalt desselben erzeugt. Denn neuere physisch-ozeanische Beobachtungen englischer Schiffe in den äquatorialen Gebieten zwischen 20° n. Br. und 10° s. Br. und 10—40° w. Lg. und die Untersuchungen des Capitäns Frh. v. Schleinitz im südlichen atlantischen Ozean haben gezeigt, dass mit dem Salzgehalt auch die Färbung des Meerwassers in engem Zusammenhange steht, indem sie mit zunehmender Versüssung von blau über blaugrün in dunkelgrün übergeht.

*) Africa Pilot, Part I, S. 66.

**) Ebend. I, S. 68.

Was nun die Temperaturverhältnisse des Küstenwassers von Nordwestafrika betrifft, so gibt der englische Atlas der Oberflächentemperaturen aller Meere*) eine Anzahl von Beobachtungen, welche insgesammt zeigen, dass an der ganzen Küste von Kap Spartel bis herab zum Kap Verde die Wassertemperaturen dicht unter Land immer einige Grade kühler sind als weiter in See. Wie schon früher hervorgehoben, beruht diese Depression in der Meereswärme in der Nähe der afrikanischen Küste des nordatlantischen Ozeans auf dem Vorhandensein einer ostwestlichen vertikalen Circulation des Wassers, welche dadurch verursacht wird, dass der ablandige Passat und die von ihm erzeugte Oberflächenströmung das Meer von dem afrikanischen Festland wegziehen und gegen die Nordküste von Südamerika und in das Karibische Meer hinein drängen. Je nachdem nun die einzelnen Küstenstriche Bedingungen aufweisen, welche dem Auftrieb günstig oder ungünstig sind, werden auch die Depressionen in der Meereswärme dicht am Lande mehr oder weniger stark sein. Im Allgemeinen machte ich die Beobachtung, dass die vorspringenden Theile der afrikanischen Küste, wie die Küste von Südmarokko, das Gebiet der Sahara, welches den Kanaren gegenüberliegt, dann die Küste an der Arguin-Bank und bei Kap Verde ganz besonders kaltes Oberflächenwasser besitzen.

An der Küste von Marokko, bei Mogador fanden Buchanan und Nares**) im August dicht am Lande eine Meerestemperatur von 15,6° C während 20 Sm von der Küste schon 21,1° C angetroffen wurden. Aus den klimatischen Verhältnissen dieser Küste werden wir sehen, dass auch in der übrigen Zeit das Meer ausserordentlich kühl sein muss. Dieses Gebiet scheint für den Auftrieb äusserst günstig zu sein. Einmal herrschen hier, wie aus den von Beaumier innerhalb fünf Jahren gesammelten Windbeobachtungen erhellt,***) fast das ganze Jahr hindurch nur ablandige Winde, sodann verursacht auch eine vom Lande abschwenkende Strömung, die gewöhnlich Südwestrichtung und zuweilen eine Geschwindigkeit von 48 kn. im Etmal besitzt,

---

*) Charts showing the surface temperature in the Atlantic, Indian and Pacific Ocean. (Publ. by the authority of the meteorological council. London 1884.)

**) Proc. of the Roy. Geogr. Soc. 1886, S. 764.

***) A. H. 1875, S. 444.

eine vertikale Bewegung im Küstenwasser.*) Bisweilen muss die Wegführung des Wassers vom Lande so stark sein, dass ein vertikaler Ersatzstrom nicht ausreichend und daher eine nach Norden gerichtete Compensationsströmung an der Meeresoberfläche in der Nähe der Küste zu beobachten ist.**) Südlich von Agadir tritt die Küste auffällig zurück und hier scheint das kalte Oberflächenwasser zu verschwinden; die Strömung hält sich jetzt weiter vom Lande. Erst bei Kap Nun, auf welches die Küstenströmung direkt stösst, beginnt wieder ein Gebiet starker vertikaler Circulation, welches bis zum Kap Bojador reicht. Aus diesem Küstentheil besitzen wir Wassertemperaturbeobachtungen von Kap Juby 27°58′ n. Br. 12°52′ w. Lg. Hier wurden innerhalb zwei Jahren die Seetemperaturen täglich bei eingetretenem Hochwasser gemessen, woraus man folgende Mittelwerthe für die einzelnen Monate berechnet hat:***)

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
16,9°	17,7°	17,9°	17,7°	16,8°	16,3°	—	—	17,2°	16,8°	17,7°	17,2°	17,2° C

Die Temperaturen für Juli und August sind leider nicht angegeben; dieselben können jedoch nicht sehr viel von den übrigen abweichen, da überhaupt die höchstgemessene Meereswärme innerhalb der beiden Jahre 20,8° C (Aug.) betragen hat. Bemerkenswerth an obiger Reihe ist, ausser den sehr niederen Meerestemperaturen, die grosse Depression im Mai und Juni und die grosse Gleichmässigkeit in der Meereswärme im Laufe der einzelnen Jahreszeiten.

Die Winde wehen an diesem Theil der Saharaküste acht Monate hindurch aus Nordnordost; die Strömung läuft nach Südwest und hat hier eine grosse Geschwindigkeit, da sie durch die kanarischen Inseln zusammengedrängt wird. Für das Küstenwasser südlich des 25. Parallel besitzen wir bereits eine grössere Anzahl von Beobachtungen, so dass ich versucht habe, aus dem mir zugänglich gewesenen Material einen Ueberblick über das Wachsen der Oberflächentemperaturen des Meeres mit der Entfernung vom Lande innerhalb der Breiten von 19° bis 25° n. Br. für die Monate Februar, August und November zu geben. Als Quellen dienten mir hierbei:

*) Africa Pil. I, S. 62.
**) Ebendaselbst.
***) M. Z. 1887, S. 26.

1. Charts showing the surface temperature in the Atlantic, Indian and Pacific Ocean.

2. Der Atlas für den atlantischen Ozean.

3. Beobachtungen ausgeführt an Bord der französischen Packetboote der Linie der „Messageries.“ *)

4. Die meteorologischen Journale der Woermann-Dampfer, welche in neuester Zeit einen regen Verkehr zwischen Westafrika und Hamburg vermitteln und deren Kurs südlich von 25° n. Br. nahe der afrikanischen Küste verläuft.

Hieraus ergab sich etwa folgende Vertheilung der Wasserwärme:

Breite N.	Februar				August				November			
	In der Nähe der Küste	Abstand von 60′	Abstand von 120′	Abstand von 180′	In der Nähe der Küste	Abstand von 60′	Abstand von 120′	Abstand von 180′	In der Nähe der Küste	Abstand von 60′	Abstand von 120′	Abstand von 180′
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
24—25°	—	18	19	19,5	—	22	22	22	—	20	22	23
23—24°	—	18	19	19,5	—	21,5	22	22	—	19,5	20,5	23
					15 Sm Abst.				30 Sm Abst.			
22—23°	17,5	18	19,5	19,5	20	21,5	23	23	19	—	23	23
21—22°	—	18,8	19,5	19,5	20	22	24	24	19	—	23	23
20—21°	17	18,5	19	20	—	24	24,5	24,5	19,5	21	23	23
									15′	30′	60′	120′
19—20°	19	20	20	20	—	24	25	25	20	21	23	25

An der Küste von Bojador bis zur Arguin-Bank fand ich, wie dies auch aus der Tabelle ersichtlich, das Depressionscentrum in der Meereswärme stets in dem Küstenwasser zwischen 20° und 22° n. Br. und zwar von Januar bis Juli in 20° n. Br. und von Juli bis Oktober in 22° n. Br. Hierfür noch einige Beispiele:

Bezeichnung des Schiffes	Monat Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W.	Temperatur der Meeresoberfl. °C	Temperatur der Luft °C	Bemerkungen
	Juni 1886						
S. S.	11.	12h. Mtg.	25°31′	17°51′	23°	22°	
Erna Woermann		4	24°50′	—	21,8°	22,4°	
		8	24° 9′	—	22,0°	22,0°	
		12	23°28′	—	21,3°	21,5°	

*) Annales hydrographiques, Paris 1883. I, S. 30—41.

Bezeichnung des Schiffes	Monat Dat.	Uhr	Breite N.	Länge W.	Temperatur der Meeres-oberfl.	Temperatur der Luft	Bemerkungen
	Juni 1886				°C	°C	
	12.	4	22°47′	—	21,5°	20,2°	
		8	22° 6′	—	20,0°	20,5°	
		12h.	21°26′	18°12′	19,5°	20,2°	
		4	20°48′	—	19,2°	22,4°	
		8	20°11′	—	18,8°	22,2°	
		12	19°33′	—	18,8°	20,8°	
	13.	4	18°55′	—	18,0°	21,0°	
		8	18°18′	—	21,8°	21,0°	
		12h.	17°40′	18°26′	23,5°	22,8°	
	Juli 1887						
D.	27.	12h. Mtg.	18°52′	17°21′	27,5°	—	
Karl Woermann		4	19°26′	—	28,1°	—	
		8	20°	—	24,5°	—	Viele Fische.
		12	20°33′	—	24,4°	—	
	28.	4	21° 7′	—	20,2°	—	
		8	21°41′	—	20,4°	—	
		12h. Mtg.	22°15′	17°18′	20,2°	—	
		4	22°41′	—	21,7°	—	Oben sternhell; bis zu einer Höhe von 20° kein Stern sichtbar. Grosser Dunstkreis.
		8	23° 8′	—	21,5°	—	
	29.	12	23°34′	—	22,0°	—	
		4	24°	—	21,6°	—	
		8	24°27′	—	23,5°	—	
		12h. Mtg.	24°53′	17°	22,7°	—	
	November 1888						
D.	29.	12h. Mtg.	18°42′	17°17′	24,3°	—	
Karl Woermann		4	19°20′	—	22,5°	—	
		8	19°56′	—	21,1°	—	
		12	20°33′	—	20,5°	—	
	30.	4	21°10′	—	19,5°	—	
		8	21°47′	—	19,5°	—	
		12h. Mtg.	22°23′	17°5′	19,4°	—	
		4h. p. m.	23°	—	19,1°	—	
		8	23°37′	—	19,0°	—	
		12	24°15′	—	18,7°	—	
	Dezember 1888.						
	1.	4	24°52′	—	19,9°	—	
		8	25°30′	—	20,8°	—	
		12h. Mtg.	26° 6′	16° 4′	21,9°	—	
		4	26°34′	—	22,3°	—	

Das Nord- resp. Südwärtsrücken des Depressionscentrums in den wärmsten Monaten steht in engem Zusammenhange mit dem Auftreten der ablandigen Winde und Strömungen. In der Regenzeit (Ende Juni bis Mitte September) werden nämlich mit abnehmender Breite die ablandigen Nordostwinde seltener und heftige Winde aus Südwesten und Westen, die meist von Windstillen unterbrochen sind, treten auf.*) Die Strömung, die sonst Südwest- bis Südrichtung inne gehabt hat, läuft in dieser Zeit oft sogar nach Norden, meistens allerdings nach Südosten.

Von April bis September ist in dem ganzen Meeresstrich die Luft gewöhnlich 3—4° höher erwärmt als das Wasser. Im Winter verschwindet dieser Unterschied. Südlich der Arguin-Bank an der senegambischen Küste sind relativ kühle Meerestemperaturen nur in den Monaten Januar bis Juni, in welcher Zeit ablandige Winde überhandnehmen,**) in der Nähe des Landes noch zu beobachten. Jedoch ist hier des äusserst seichten Meeres wegen die Depression sehr gering und nur an der Senegalmündung scheinen wieder grössere Unterschiede vorzukommen.

Kälter wird das Küstenwasser erst wieder in der Umgebung des grünen Vorgebirges und zwar gewöhnlich im Frühjahre in dem Meerestheile hinter dem Kap, in der Nähe der Bucht von Gorée und an der Gambiamündung. Bereits Comdr. Bourke berichtet über die Temperaturverhältnisse des Meeres in diesem Gebiete:***)

„Der Küstenstrom, welcher an der Nordwestküste von Afrika nach Süden setzt, biegt, nachdem er die Kap Verdschen Inseln passirt hat, nach Südwesten und Westen um. Dies ist ein kalter Strom, seine Temperatur ist am niedrigsten sehr nahe der Küste; bei der Insel Gorée 14°40′ n. Br. betrug sie im Februar nur 17,2° C. Dasselbe fand ich beim Flusse Gambia (13° N) im März 1865, wo die Temperatur jenes Flusses $5^1/_2$° C höher war. Im März 1874 wurde nach Verlassen des Gambia, dessen Temperatur 22,2° C war, der Strom südwärts $^1/_2$ Knoten setzend gefunden. Dicht unter Land war die Wassertemperatur 16,1° C. Seewärts (WNW) steuernd, fand ich das Wasser schnell

*) Africa Pilot I, S. 135.
**) M. Z. 1875, S. 373.
***) Hoffmann, a. a. O. S. 69.

wärmer werdend, trotz der Zunahme in Breite bis nahe den Kap Verdschen Inseln, wo ein Maximum von 22,2° C verzeichnet wurde. Dieses kalte Wasser macht die Luft kalt und dick nahe dem Lande; es scheint nahe unter Land nach Süden zu ziehen oder es mag auch aus tieferen Schichten heraufkommen. Es herrscht von Dezember bis April, während welcher Zeit nahe an Land der Wind in sehr südlicher Richtung weht.“

P. Hoffmann*) hält die von Bourke beobachteten Temperaturdepressionen noch nicht ganz entscheidend für die Beurtheilung der Herkunft des kalten Wassers. Er glaubt, erst aus der Analogie der Strömungen an der Westküste von Nordamerika, der südatlantischen und Peruströmung die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass das kalte Wasser auch an diesem Theile der afrikanischen Küste aus tieferen Schichten emporsteigt.

Nehmen wir nun einmal einen Augenblick an, das kalte Wasser stamme hier nicht aus der Tiefe, so könnte doch nur noch eine aus nördlichen Breiten kommende kalte Oberflächenströmung, etwa ein Arm der Kanarienströmung, der sich bei Kap Verde abzweigt und sich dicht ans Land legend nach Süden zieht, in Betracht kommen.

Ganz abgesehen von der von O. Krümmel**) nachgewiesenen Thatsache, dass zwischen den Kap Verdschen Inseln und dem afrikanischen Kontinent bis Monrovia ein Südstrom überhaupt nicht existirt, so wäre bei der Annahme eines solchen immerhin die grosse Depression, die Bourke in der Nähe der Insel Gorée und an der Gambiamündung in der Wasserwärme fand, nicht zu erklären. Denn nach den Beobachtungen der französischen Dampfer der „Messageries“ ***) besitzt die Kanarienströmung in 17°30′ n. Br. und 18° w. Lg. in einem Abstande von 110 Sm vom Lande im Februar eine mittlere Temperatur von 19° C; in 15° n. Br. und 18° w. Lg., bei einem Küstenabstand von ca. 60 Sm, eine Wärme von 22,1° C; bei der Insel Gorée hat Bourke in obigem Monate 17,2° C und am Flusse Gambia dieselbe Wasserwärme gefunden. Wir sehen also von $17^1/_2{}^0$ n. Br. an die Meereswärme mit abnehmender Breite und Annäherung an das Land auf einer Breitenerstreckung von $2^1/_2{}^0$

*) a. a. O. S. 70.

**) Krümmel, Ozeanologie II, S. 408.

***) A. H. 1883, S. 473.

zunächst um 3,1° C wachsen, späterhin bei weiterem Vorrücken nach Süden um 4,9° C wiederum fallen. Im März ändern sich diese Verhältnisse etwas, indem nämlich die Wassertemperaturen von $17^1/_2$° N bis 15° N etwas, aber nur allmählich fallen, von 15°—13° N aber die Depression wieder ganz bedeutend wird. Die betreffenden Werthe für die Meerestemperaturen sind in diesem Monat:

17°30′ n. Br.	18° w. L.		21,3° C
15° „	18° „		20,5
13° „	Gambiamündung		16,1.

Ferner liesse sich bei der Annahme von dem Vorhandensein eines Zweiges der Kanarischen Strömung südlich der Küste bei Kap Verde nicht verstehen, warum gerade zu der Zeit, in welcher ablandige Winde sehr häufig sind, welche also bestrebt sind die Strömung von der Küste abzuhalten, nur kaltes Wasser angetroffen wird, während in der Zeit, wo auflandige Winde die Herrschaft besitzen, das Küstenwasser in der Nähe des Landes warm, ja gewöhnlich noch wärmer ist als in See. Der Atlas des atlantischen Ozeans zeigt für das Gradfeld 10—15° n. Br. und 15—20° w. Lg. das Vorherrschen von ablandigen Winden (Nord und Nordost) im Winter und Frühling, während im Sommer und Herbst hier nur auflandige Winde verzeichnet. Am stärksten ausgeprägt sind die nördlichen Winde an der Küste zwischen Kap Verde und dem Gambia in den Monaten von Januar bis Juni. Die von Borius in einem Zeitraum von neun Jahren gesammelten Windbeobachtungen geben für Gorée folgende Windvertheilung:*)

Gorée, 14°40′ nördl. Breite, 17°25′ westl. Länge, Seehöhe 6 m.

	Häufigkeit in Tagen								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Stille
Winter	20	41	19	1	—	—	—	1	9
Frühling	31	36	8	—	—	1	2	4	10
Sommer	11	10	1	2	5	12	25	15	11
Herbst	21	20	6	4	4	7	8	9	12

Wenn wir nun noch bedenken, dass das kalte Küstenwasser in den Monaten Januar bis Juni in Gorée ein Klima erzeugt, welches zu dieser Zeit bedeutend kühler ist als auf den von der Kanarienströmung ganz umflossenen Kap Verdschen

*) M. Z. 1873, S. 300.

Inseln, so bedarf es, glaube ich, keiner weiteren Beweise mehr, um zu zeigen, dass hier an der Küste südlich vom grünen Vorgebirge ebenfalls Wasser aus der Tiefe aufsteigt. Als südliche Grenze des Auftriebwassers, welches der Passat an der Westküste des nördlichen Afrika erzeugt, können wir den 10.° n. Br. bezeichnen. In der Nähe dieser Grenze stossen wir gewöhnlich auf sehr grosse Gegensätze in der Meereswärme. Kaltes Küstenwasser und das sehr hoch erwärmte Meer in der Guineaströmung berühren sich zur Zeit des ablandigen Windes in geringerer Entfernung vom Lande auf der genannten Breite. Wie schroff hier häufig der Uebergang von kaltem zu warmem Wasser ist, das beobachtete das Segelschiff „Erna Woermann“ im Mai des Jahres 1887. Ich entnehme dem Journale dieses Schiffes folgende Aufzeichnungen:

Datum	Uhr	Breite N.	Länge W.	Temperatur der Meeresoberfl. °C	Temperatur der Luft °C
Mai 4.	12h. Mtg.	17°23′	18°8′	20°	22,4°
	4	16°50′	18°	20,2°	24,6°
	8	16°12′	17°52′	21°	25,1°
	12	15°45′	17°44′	21,1°	24°
	—	15°16′	17°35′	20,2°	23,4°
5.	4	14°40′	17°26′	18,5°	20,6°
	8	Rhede von Gorée		18,8°	21,3°
	12h. Mtg.	dto.		—	—
	4	Gingen wieder unter Segel		18,8°	20,8°
	8	14° 4′	17°30′	18,8°	21,2°
	12	13°27′	17°35′	20°	23,0°
6.	4	12°50′	17°40′	20,4°	24,5°
	8	12°13′	17°43′	21,6°	22,8°
	12h. Mtg.	11°45′	17°30′	23,8°	23,5°
	4	11°18′	17°15′	24,4°	26,4°
	8	10°50′	17°	21,2°	27,8°
	12	10°22′	16°45′	21,8°	27,9°
7.	4	9°54′	16°30′	28°	28,2°
	8	9°26′	16°16′	29,5°	27,2°

Von 17° n. Br. bewegte sich das Schiff Südsüdost steuernd direkt auf Kap Verde los. Hierbei stieg die Meereswärme, ganz wie dies auch die französischen Beobachtungen zeigen, bis etwa in der Nähe des grünen Vorgebirges. Dicht vor letzterem fiel das Wasserthermometer um 1° gegen die frühere Messung und nach Passiren des Kaps um weitere $1^1/_2$° C. Während des ganzen

Aufenthaltes auf Gorée war das Meer gleichmässig kühl, die Lufttemperatur stets 2—3° höher. Nach Verlassen der Rhede und beim Steuern nach Süden fiel oder stieg die Oberflächentemperatur, je nachdem man sich dem Lande näherte oder von demselben entfernte. In ca $10^1/_2{}^0$ n. Br. wurde noch die für diese Breite abnorm niedere Temperatur von rund 21° C notirt; 30 Sm weiter südlich war das Wasser bereits 28° C warm und bei der nächsten Messung in $9^1/_2{}^0$ n. Br. fand man sogar eine Wasserwärme von 29,5° C. Auf 1 Breitegrad also eine Wärmezunahme von 8,5° C. Das Schiff war mithin fast genau in 10° n. Br. in die Guineaströmung eingetreten.

Südlich des 10.° n. Br. finden wir noch an zwei Stellen*) abnorm kaltes Wasser. Einmal an der Küste von Oberguinea und ferner mitten im südlichen Aequatorialstrom. Jedoch gehören diese Fälle nicht mehr in den Bereich des Nordostpassates und werden besser bei einer Betrachtung des kalten Küstenwassers an der südwestafrikanischen Seite besprochen.

Allgemeine Folgerungen.

Aus unserer Betrachtung der Wind-, Strömungs- und Meerestemperaturverhältnisse an der Ostseite des nordatlantischen Ozeans mittlerer und niederer Breiten ergeben sich folgende Sätze:

Das kalte Wasser in unmittelbarer Nähe der Ostküste des nordatlantischen Ozeans zwischen 40° und 10° n. Br. ist nicht, wie man bis vor kurzem annahm, die Folge eines aus höheren nach niederen Breiten eilenden Oberflächenstromes, sondern es stammt aus der Tiefe und wird von hier aus in einem vertikalen Strom dicht unter Land an die Meeresoberfläche gebracht.

Ursache dieses Auftriebes ist in dem genannten Gebiete der ablandige Wind (Nord bis Nordost), welcher die Wassermassen von der Küste abtreibt und nach dem offenen Ozean anstaut, in Folge dessen in der Tiefe eine Compensationsströmung erzeugt. Zwischen 40° und 35° n. Br. und 20°—10° n. Br. herrschen die ablandigen Winde nur einen Theil des

---

*) Hoffmann, a. a. O. S. 23.

Jahres vor, daher hier auch nur zu gewissen Zeiten ein ausgeprägter Auftrieb. Innerhalb der zuerst genannten Breiten sind Sommer und Herbst, in dem zuletzt erwähnten Gebiete Winter und Frühling die Jahreszeiten mit kaltem Küstenwasser, während in dem mittleren Theile etwa vom Kap Spartel bis zur Arguin-Bank, an welchem Küstenstück der Nordostpassat das ganze Jahr hindurch weht, beständig abnorm niedrige Oberflächentemperaturen in der Nähe des Landes beobachtet werden können, vorausgesetzt, dass die Verhältnisse derartig sind, dass sie ein Aufsteigen von tiefer gelegenen Schichten gestatten.

In der Strasse von Gibraltar verursacht die Strömung, welche sich aus dem atlantischen Ozean in das Mittelmeer bewegt, im Verein mit den Winden an der afrikanischen Seite einen Auftrieb, an der europäischen eine oberflächliche Compensationsströmung, welche vom Mittelmeer ausgeht. Daher ist das Meer an der marokkanischen Küste kalt, an der spanischen warm. Nur in und hinter der Bucht von Gibraltar findet sich an der letzteren häufig auch relativ kaltes Oberflächenwasser, welches seinen Ursprung ablandigen Winden verdankt. Das kalte Meerwasser, welches noch an der afrikanischen Küste des westlichen Mittelmeeres getroffen wird, kommt theilweise aus der Enge von Gibraltar, zum Theil steigt es auch an dem steilen Saume der kleinafrikanischen Küste aus der Tiefe auf.

Einfluss des Auftriebwassers auf das Küstenklima.

Neben den auffallenden Aenderungen in Farbe und Temperatur der Meeresoberfläche zeigen dem praktischen Seemann noch eine Reihe anderer charakteristischer Erscheinungen den Eintritt in den Bereich des kalten Auftriebwassers an. So macht sich namentlich in tropischen Gewässern der Uebergang aus dem hoch erwärmten Ozean in das durch das Emporsteigen von kaltem Tiefenwasser sehr abgekühlte Küstenwasser durch einen auffallenden Wechsel im Klima bemerkbar. Versuchen wir daher, uns noch mit den klimatischen Eigenthümlichkeiten in Auftriebgebieten etwas näher bekannt zu machen.

Kaltes Auftriebwasser erzeugt, wie das leicht einzusehen, in allen Gebieten, in denen es längere Zeit hindurch an die

Meeresoberfläche gelangt, stets ein relativ kaltes Klima. Die Depression in der Luftwärme ist zwar in den meisten Fällen nicht so stark als in der Wasserwärme — die Lufttemperatur ist stets einige Grade höher als die Meerestemperatur — immerhin fällt sie doch jedem, der sich einer Auftriebküste nähert, auf. Namentlich in Regionen niederer Breiten — und, wie wir wissen, liegen die meisten unserer Auftriebküsten in solchen — macht sich mit der Annäherung an das kalte Küstenwasser eine auffällige Abkühlung in der Luftwärme geltend. Das kalte Klima einiger Küsten in äquatorialen Breiten ist daher bereits den Entdeckungsfahrern in diesen Gebieten bekannt gewesen. Zeugniss für diese Thatsache legt z. B. die öfter wiederkehrende Bezeichnung Kap Frio an tropischen Küsten ab.

Dort, wo das kalte Auftriebwasser, welches auf grosse Strecken hin der Küste gefolgt ist, plötzlich verschwindet, finden wir gewöhnlich auch die grössten Gegensätze im Klima. Daher sind Punkte wie das Kap Lucas an der kalifornischen, Kap Verde an der afrikanischen, das Kap Hatteras an der nordamerikanischen und das Kap Blanco an der peruanischen Küste bereits lange in seemännischen Kreisen als klimatische Grenzen, Wetterscheiden, bekannt. An dem letzteren Vorgebirge hat schon A. v. Humboldt, als er im Dezember 1802 von Guayaquil nach Callao segelte und hierbei das Kap Blanco umschiffte, den auffallenden Gegensatz in dem Klima der Küsten nördlich und südlich von Kap Blanco beobachtet. Ueber die auffällige Aenderung in den Lufttemperaturen in der Nähe dieses Kaps schreibt er u. a.:*)

„Wir haben seit dem 30. Dezember, wo wir das Cabo Blanco umschifften, trotz der sonst so gleichförmigen Temperatur der Seeluft, eine auffallende klimatische Veränderung gespürt. Das Fahrenheitsche Thermometer, dessen ich mich bediene, stand in höheren südlichen Breiten den 30. Dezember noch um Mittag beim heitersten Himmel nur zwischen 70° und 74° (21,0° und 23,5° C), während dass am 31. Dezember südlich von der Felseninsel Mortajado es schon 9h. Morgens, und dazu bei dunstigem Himmel und verschleierter Sonne, auf 80° (26,7° C) stieg.“

---

*) Berghaus, a. a. O. S. 579.

In zweiten Theil unserer Betrachtung werden wir das Kap Warscheik an der ostafrikanischen Küste als eine ähnliche Wärmemarke kennen lernen.

Eine zweite ebenfalls dem Seemann längst bekannte Begleiterscheinung des kalten Auftriebwassers sind dichte Nebel, welche gewöhnlich den ganzen Horizont einhüllen und dadurch die Navigierung an den Auftriebküsten ausserordentlich erschweren. An einigen Küsten ist diese „dicke Luft“ so häufig und lang anhaltend, dass hier die Sonne oft Monate lang in einer Nebelschicht verschleiert ist und Tage lang eine scharf begrenzte mondartige Scheibe darbietet, wie das von der peruanischen Küste, wo die „Garuas“ Monate lang das Land verdunkeln, der südwestafrikanischen, an welcher beständig der „Cacimbo“ herrscht, der nordwestafrikanischen und nordostafrikanischen mit ihrem beständigen Nebel bei Kap „Guardafui“ verschiedentlich berichtet wird. In allen diesen Gebieten ist jedoch der Himmel stets heiter, so dass z. B. der Küstenbewohner von Peru trotz der nebeligen Umhüllung der Himmelsdecke rühmend sagt: la serenidad perpetua del Peru (die ewige Heiterkeit von Peru). Aus diesem fast beständig wolkenlosen Himmel ist es auch zu erkären, dass ausser Nebel und starkem nächtlichen Thaufall an Auftriebküsten atmosphärische Niederschläge sehr selten sind. Die Zahl der Regentage ist hier überall sehr gering. Gewitter kennt man sogar an einigen Auftriebküsten kaum. So berichtet Humboldt über das Auftreten dieses Phänomens an der peruanischen Küste:*) „Wie in den Tropen z. B. in den Antillen, selbst in Caracas, das Fallen von Hagelkörnern Wunder erregt, wie bei uns das Fallen von Aerolithen, so hat sich auch in Lima die Erinnerung an die Tage erhalten, in denen man einen Donnerschlag hörte, wie 13. Juli 1552 acht Uhr Abends, andere 1720 und 1747 und 19. April 1803.“

Diese und andere Faktoren, die wir später noch kennen lernen werden, verleihen dem Auftriebklima einen ganz eigenartigen Charakter, so dass es wohl als ein besonderer klimatischer Typus, der seine Stellung zwischen dem Aequatorial- und Seeklima einnimmt, aufgestellt werden kann. Folgender Versuch einer kurzen Darstellung der klimatischen Verhältnisse in den

---

*) Berghaus, a. a. O. S. 580.

Auftriebgebieten an der Ostseite des nordatlantischen Ozeans und der angrenzenden Meerestheile möge dazu dienen, für das oben Gesagte einige weitere Belege zu bringen. Was zunächst die Lufttemperaturen betrifft, so wollen wir, um die durch das Auftriebwasser verursachte Depression in der Luftwärme besser hervortreten zu lassen, den Werthen für die Stationen an den Auftriebküsten die entsprechenden Daten einer oder mehrerer Orte, welche unter sonst gleichen Bedingungen aber ausserhalb des Einflusses des kalten Küstenwassers gelegen sind, beifügen. Beginnen wir wieder im Norden, mit der atlantischen Küste der iberischen Halbinsel.

Küste von Portugal.

Station	Zahl der Beobachtungsjahre	N. Br.	W. L.	Seehöhe m	Winter °C	Frühling °C	Sommer °C	Herbst °C	Jahr °C
Mafra *)	4	38°56′	9°21′	235	9,6°	13,2°	17,7°	15,1°	13,9°
Lissabon *)	20	38°43′	9° 8′	102	10,5°	14,5°	20,8°	16,8°	15,6°
Lagos *)	7	37° 7′	8°25′	12	12,4°	15,1°	22,9°	18,4°	17,4°
Porto *)	9	41° 9′	8°38′	85	10,3°	14,9°	21,2°	16,1°	15,7°
Azoren **)	6	38° 8′	26°35′	37	13,8°	15,2°	20,8°	18,9°	17,2°.

An der Westküste von Portugal äussert sich der Einfluss des kalten Auftriebwassers in den kühlen Sommer- und Herbsttemperaturen. Mafra besitzt z. B. eine mittlere Wärme des Sommers, welche noch 4,3° C hinter derjenigen der Azoren, die wegen ihres völlig ozeanischen Klimas schon kühle Sommermonate haben, zurückbleibt; im Herbst beträgt der Unterschied noch 1° C. Lissabon, dem kalten Meerwasser schon etwas entrückt, zeigt doch noch im Sommer Temperaturen, welche hinter denen des $2^1/_4$ Breitegrade weiter nördlich gelegenen Porto zurückstehen; im Mittel beträgt die Differenz 0,4° C. Lissabon geniesst in der wärmsten Jahreszeit dasselbe angenehme Klima als die Azoren.

Lagos, die dritte der Stationen an der portugiesischen Küste, zeigt keine Depression mehr in den Sommer- und Herbsttemperaturen, obwohl im Westen dieser Stadt das Meer zu obigen Jahreszeiten doch relativ sehr kühl ist. Wahrscheinlich liegt dieser Umstand an der gegen Westen und Nordwesten geschützten

*) Fischer, Klima der Mittelmeerländer, S. 47.
**) M. Z. 1871, S. 347.

Lage der Stadt, vielleicht auch an der Erscheinung, dass an diesem Theil der Küste sich der Einfluss des sehr stark erwärmten Hinterlandes in hohem Maasse geltend macht.

Strasse von Gibraltar.

Station	Zahl der Beobachtungsjahre	N. Br.	W. L. v. Gr.	See-höhe m	Winter °C	Frühling °C	Sommer °C	Herbst °C	Jahr °C
Tarifa *)	23	36° 0′	5°36′	15	12°	15,9°	22,5°	18,1°	17,1°
Gibraltar **)	14	36° 6′	5°21′	15	12,5°	15,8°	22,6°	18,3°	17,3°
Tanger ***)	5	35°47′	5°49′	—	13,1°	16,3°	23,1°	18,7°	17,8°
S. Fernando†)	23	36°27′	6°12′	29	11,9°	16,0°	23,3°	18,8°	17,5°
Malaga ††)	3½	36°45′	4°33′	—	14,1°	18,3°	25,5°	21,6°	19,8°

In der Strasse von Gibraltar ist, wie ein Vergleich der Werthe von Tarifa und San Fernando, Gibraltar und Malaga zeigt, den grössten Theil des Jahres hindurch eine Depression in der Luftwärme zu beobachten. Die grössten Unterschiede herrschen hier ebenfalls im Sommer, so dass es den Anschein hat, als müsse diese Jahreszeit an beiden Küsten der Enge eine recht angenehme und kühle sein. In der That gilt dies auch für die afrikanische Seite der Strasse, weniger aber für die spanische. So berichten alle Besucher von Gibraltar von dem überaus heissen Klima, welches hier in den wärmsten Monaten zu herrschen pflegt; im Gegensatz zu der milden und kühlen Luft, welche in Tanger die Sommer auszeichnet. Die Ursache dieser Unterschiede haben wir in den verschiedenen Boden- und Lageverhältnissen beider Städte zu suchen. Gibraltar liegt nämlich unmittelbar am Fusse eines hohen völlig nackten Kalkfelsens. Dieser wird zu Beginne der warmen Jahreszeit stark erhitzt und behält den ganzen Sommer hindurch seine hohe Wärme bei, da er nicht Zeit hat sich abzukühlen, bevor die Bestrahlung wieder beginnt. In Folge dessen strahlt die steile von jeder Vegetation entblösste Kalkwand einige Monate hindurch eine gleichmässig hohe Wärme aus und macht hierdurch das Klima so drückend heiss, dass es eine grosse Anzahl von Einwohnern vorzieht, ihren Sommeraufenthalt nach dem nahe gelegenen San Roque, welches eine angenehmere frischere Luft besitzt, zu verlegen. Zur Zeit der grössten Tageswärme soll

*) A. H. 1881, S. 225. **) Ebend. ***) M. Z. 1887, S. 27.
†) A. H. 1881, S. 225. ††) Fischer, Klima, S. 47.

die Reflexion der Sonnenstrahlen seitens des Felsen so energisch sein, dass ein Aufenthalt auf den Strassen fast unmöglich ist.

Einen ganz anderen Charakter trägt das Klima an der gegenüberliegenden afrikanischen Küste, in Tanger. Diese Stadt steigt nämlich terrassenförmig an einem luftigen leidlich mit Vegetation bedeckten Hügel, an der Westseite einer grösseren Bucht empor, besitzt also, was Bestrahlung und Ausstrahlung betrifft, Gibraltar gegenüber ganz conträre Verhältnisse. Dazu kommt noch, dass in der Bucht von Tanger das Oberflächenwasser meist kühler, wenn auch nicht immer so kalt wie Carpenter es angetroffen hat, ist, als bei Gibraltar, und an der afrikanischen Küste westliche frische vom offenen Ozean herwehende Winde die häufigsten sind, während an der spanischen Seite der Meerenge die warmen vom Mittelmeer herkommenden Ostwinde die vorherrschenden sind. Das Klima von Tanger ist daher sehr milde und vielleicht selbst für eine Krankenstation geeignet. Nur wenn gelegentlich der Scirocco in Tanger auftritt, dann ist auch hier das Klima unerträglich heiss, und da dies im Sommer häufiger vorkommt, so ist es diesen heissen trockenen Winden wohl auch zuzuschreiben, dass die Mitteltemperatur für diese Zeit nicht niedriger ist als obige Tabelle zeigt.

Küste von Algerien.

Während bis vor kurzer Zeit die Kenntniss der klimatischen Verhältnisse von Algerien eine sehr lückenhafte und zum grossen Theile auch eine unrichtige war, sind wir heute im Besitz einer sehr genauen und inhaltreichen Abhandlung über das algerische Klima. „Etude sur le climat de l'Algérie“, so ist der Titel der Arbeit, in welcher Angot die innerhalb der Jahre 1860—79 in den verschiedensten Theilen des Landes gemachten Beobachtungen gesammelt und je nach der Lage der einzelnen Stationen geordnet hat. Auch die thermischen Verhältnisse des Littorals haben hier eine eingehendere Schilderung gefunden und da, wie uns aus dem Früheren noch erinnerlich sein wird, Messungen der Wärme des Küstenwassers aus diesem Gebiete noch fehlen, so habe ich für sieben Orte an der algerischen Küste die Mittelwerthe der einzelnen Jahreszeiten aus den Angot'schen Zahlen*) berechnet, um an ihnen den temperatur-

*) M. Z. 1884, S. 66.

erniedrigenden Einfluss, welchen das Küstenwasser ausübt, veranschaulichen zu können:

Station	Breite N.	Länge	See-höhe m	Winter °C	Früh-ling °C	Sommer °C	Herbst °C	Jahr °C
1. Nemours	35° 6′	1°51′W	4	11,8°	15,4°	22,9°	18,5°	17,1°
2. Oran	35°42′	0°39′ „	50	10,7°	15,4°	23,4°	18,1°	16,9°
3. Cap Caxine	36°49′	2°58′E	38	12,9°	15,9°	22,9°	19,8°	17,9°
4. Alger Dey	36°48′	3° 3′ „	22	12,5°	16,4°	23,9°	19,6°	18,1°
5. Bougie	36°47′	5° 5′ „	73	11,9°	16,2°	24,8°	19,6°	18,1°
6. Philippeville	36°53′	6°54′ „	62	10,6°	14,9°	22,7°	17,9°	16,5°
7. La Calle	36°54′	8°26′ „	31	11,3°	15,9°	23,9°	19,4°	17,7°
Tell Niederungen	36° 2′	—	Unter 500	10,8°	16,6°	26,9°	19,6°	18,5°
Murcia *)	37°59′	1° 8′W	43	10,1°	15,6°	24,7°	17,7°	17,0°
Valencia *)	39°28′	0°22′ „	24	11,4°	15,8°	23,8°	18,8°	17,4°
Palermo *)	38° 7′	13°25′E	72	11,5°	15,3°	24,2°	19,3°	17,6°

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich, prägt sich in dem Klima der algerischen Küste der Einfluss des Mittelmeeres besonders in den Sommer- und Herbsttemperaturen aus. Die mittlere Sommertemperatur ist z. B. im Littoral 3° C kühler als in den nahe gelegenen **) Tellniederungen, trotzdem hier immer noch ein Einfluss des Meeres zu beobachten ist; denn mit grösserer Entfernung wachsen die Temperaturen im Sommer ganz bedeutend. In den höheren Partien des Tell beträgt der Temperaturunterschied schon im Mittel 7° C und am Rande der Sahara, bei einem Breiteunterschied von 2,3°, sogar 9° C.

Ebenso deutlich, und dies ist für unsere Betrachtung sehr wichtig, geht aus obigen Reihen hervor, dass Sommer und Herbst an der algerischen Küste kühler sind, als in den 2—3 Breitegrade nördlicher gelegenen Stationen am Mittelmeer, eine Thatsache, die nur in dem Vorhandensein von relativ kühlem Küstenwasser an der afrikanischen Seite des westlichen Mittelmeeres ihre Erklärung findet. Ueber die Herkunft dieses kühlen Oberflächenwassers haben wir früher schon gesprochen; hier seien nur noch einige Erscheinungen angeführt, welche unsere damalige Behauptung unterstüzten sollen. Bei einem näheren Studium der Temperaturen der einzelnen algerischen Küsten-

*) Fischer, Klima, S. 47.

**) Der Breitenunterschied zwischen der Küste und den Niederungen des Tell beträgt nur 12′.

stationen gelangen wir nämlich zu dem Resultate, dass an einigen Orten die Depression in der Sommertemperatur stärker ist, als in den benachbarten fast in derselben Breite und Höhe gelegenen Städten. So ist Cap Caxine im Sommer 1° C kühler als das nahe gelegene Alger; Philippeville sogar im Mittel 2,1° C kühler als Bougie und 1,2° C kühler als La Calle; ein Umstand, der uns auf den ersten Augenblick ganz unverständlich erscheint. Betrachten wir jedoch die Lage der einzelnen Küstenplätze*) etwas näher, so beobachten wir, dass gerade die Städte, welche den kühleren Sommer zeigen, das offene Meer im Westen haben, also einmal der kühlen Strömung aus der Gibraltarstrasse in hohem Maasse ausgesetzt sind, sodann auch dem Windstau und der hierdurch hervorgebrachten vertikalen Circulation im Küstenwasser viel günstigere Verhältnisse bieten, als die im Sommer wärmeren Städte wie Bougie und Alger, welche an der Westseite von halbkreisförmigen nach Norden geöffneten Einbuchtungen an der Küste liegen und somit gegen eine von Westen kommende kühle Strömung geschützt sind und nur gelegentlich bei nördlichen Winden grössere Wassermassen aus der Küstenströmung erhalten. Auch dem Auftrieb sind die letztgenannten Buchten nicht sehr günstig, da an der algerischen Küste fast nur Ost- und Westwinde auftreten, deren Staueffekt durch die gegenüberliegende Küste sehr gemindert wird.

In keinem Zusammenhange mit dem kühlen Küstenwasser steht die Temperaturdepression, welche Oran und Philippeville im Vergleich zu den übrigen Stationen im Winter zeigen. Solche niedere Temperaturen, wie die beiden Orte in dieser Jahreszeit aufweisen, können durch den Einfluss von Wasser aus dem Mittelmeere nicht hervorgebracht werden. Den relativ kalten Winter verdanken die beiden genannten Städte dem Einflusse des in dieser Zeit stark abgekühlten Tell und zwar äussert sich, meiner Ansicht nach, gerade an diesen Orten die Depression recht auffällig, weil hier der Anstieg von der Küste zu den höchsten Punkten des Gebirges nur ein allmählicher ist und durch ein wenn auch enges Thal vermittelt wird, somit der Austausch zwischen der kalten Luft über dem Gebirge und der sehr viel wärmeren über dem Mittelmeer fast ungehindert vor sich gehen

---

*) cf. Admiralty Chart No. 583.

kann, während an dem übrigen Theil der Küste hohe geschlossene Parallelketten, welche bis dicht an das Meer treten, eine freie Circulation der Luft zwischen Mittelmeer und Tell sehr beeinträchtigen.

Küste von West-Marokko und der Sahara.

Für diese Küste ständigen Auftriebes liegen uns ausser den schon länger bekannten Beobachtungen von Mogador seit den letzten drei Jahren auch solche von Rabat und Kap Juby vor. Die Werthe für Rabat haben für unsere Betrachtung jedoch keine grosse Bedeutung, da sie nur einen Zeitraum von acht Monaten umfassen und wegen der geringen Beobachtungszeit noch von den richtigen Werthen abweichen werden; immerhin seien sie angeführt, da aus diesem Theil der atlantischen Küste Beobachtungen so selten sind. Länger beobachtet sind und auf exacten Messungen beruhen die Lufttemperaturen von Mogador und Kap Juby und, da beide Orte direkt am Meere liegen (bei Kap Juby sogar die meteorologische Station bei Hochwasser ganz vom Meere bespült wird), so zeigen ihre Mitteltemperaturen der einzelnen Monate sehr deutlich den Einfluss des kalten Auftriebwassers.

Station	Zahl der Beobachtungsjahre	Breite N.	Länge W.	Dez. °C	Jan. °C	Febr. °C	März °C	April °C	Mai °C
Rabat *)	8 Mon.	34° 5′	6°43′	13,0	12,6	14,3	—	—	—
Mogador **)	6 Jhr.	31°30′	9°45′	16,7	16,4	17,0	18,2	19,7	20,5
K. Juby ***)	2 „	27°38′	12°52′	16,8	16,0	16,8	16,3	16,8	17,5
Funchal †) auf Madeira	13 „	32°38′	16°53′	16,7	16,2	16,1	16,0	16,6	18,3
S. Cruz ††) de Teneriffa	2½ J.	28°32′	16°28′	19,0	17,8	17,6	19,2	19,6	22,1

				Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Jahr
Rabat *)	8 Mon.	34° 5′	6°43′	—	22,7	23,9	22,4	19,1	16,2	—
Mogador **)	6 Jhr.	31°30′	9°45′	22,1	22,4	22	21,8	20,9	18,9	19,7
K. Juby ***)	2 „	27°38′	12°52′	19,2	19,1	20,2	20,4	18,8	18,1	18,1
Funchal †) auf Madeira	13 „	32°38′	16°53′	20,3	21,9	22,6	22,4	20,8	18,4	18,8
S. Cruz ††) de Teneriffa	2½ J.	28°32′	16°28′	23,3	25,1	25,9	25,2	23,7	21,3	21,6

*) M. Z. 1886, S. 370.
**) M. Z. 1873, S. 8.
***) M. Z. 1887, S. 26.
†) M. Z. 1871, S. 347. ††) M. Z. 1887, S. 8.

Die atlantische Küste von Marokko und zum Theil auch die der Sahara besitzt, wie aus obigen Beobachtungen des französischen Konsuls Beaumier zu Mogador und den auf der meteorologischen Station der North West African Company am Kap Juby angestellten Messungen ersichtlich, ein Klima, welches in Bezug auf milde Winter, kühle Sommer und geringe jährliche Temperaturschwankung das ozeanische Klima gleicher Breite noch übertrifft. Funchal auf Madeira, welches wegen seines sehr gemässigten und für den Europäer ausserordentlich gesunden Klimas schon lange bekannt ist, hat einen Winter, der im Mittel 0,4° C, ein Frühjahr, das 1,1° C kühler ist, als das einen Breitegrad südlicher gelegene Mogador; der Sommer ist im Juni und Juli an der marokkanischen Küste etwas wärmer als auf Madeira; die Temperatur des wärmsten Monats jedoch ist in Mogador 0,2° kühler als in Funchal; der Herbst ist an beiden Orten gleich warm. Im südlichsten Theil der marokkanischen Küste und in dem Theil der Sahara, welcher den kanarischen Inseln gegenüber liegt, scheint die Depression in der Luftwärme am stärksten zu sein. Rohlfs, welcher sich im Monat August 1862 an der Mündung des Wad Sus in der Nähe von Agadir aufhielt, erwähnt schon das auffallend kalte Klima in diesem Gebiete und das Segelhandbuch des atlantischen Ozeans gibt an, dass hier von Mai bis September die Lufttemperatur meist so kühl ist, dass sie auch um die wärmste Tageszeit selten über 25° C steigt.*) Aus den Werthen, welche Dr. Biermann für einige Stationen der kanarischen Inseln zusammengestellt hat,**) fand ich, dass hier der Sommer im Durchschnitt 5° C wärmer ist als am Kap Juby, eine Erscheinung, welche wir nur dann verstehen können, wenn wir uns der ausserordentlich niedrigen Meerestemperaturen an diesem Vorgebirge erinnern. Eine grössere Ausdehnung gewinnt jedoch das Gebiet mit kaltem Klima (Auftriebklima) auch an der Küste von Nordwestafrika nicht; bereits in kurzer Entfernung vom Meere macht sich der Einfluss der nahen Wüste geltend; daher sind hier grosse klimatische Gegensätze — tropische Hitze und aussertropische Kälte — auf kurzen Strecken zu beobachten.

---

*) Segelhandbuch für den atlantischen Ozean, S. 113.
**) M. Z. 1887, S. 8.

Ein weiteres Charakteristicum der angeführten Reihen ist ferner die grosse Gleichmässigkeit in dem Gange der Luftwärme von Mogador und Kap Juby. Beide Orte besitzen einen äusserst kleinen Unterschied in den Temperaturen der extremen Monate und wie wir aus den Angaben der täglichen und monatlichen Schwankungen ersehen können, sind diese noch geringer oder wenigstens nicht viel höher, als in dem immer als Muster eines gleichmässigen Klimas genannten Funchal. Es beträgt nämlich:

Die mittlere tägliche Schwankung		in Mogador	$2^1/_2$—4° C
„ „ „ „		am K. Juby	4°
„ „ „ „		in Funchal	4,7°
„ „ monatliche „		in Mogador	—
„ „ „ „		am K. Juby	11,5°
„ „ „ „		in Funchal	9,2°
Der Unterschied der extremen Monate		in Mogador	6°
„ „ „ „ „		am K. Juby	4,4°
„ „ „ „ „		in Funchal	6,6°
Die durchschnittliche absolute Temperaturschwankung		in Mogador	15,9° C*)
			Max. 27,8°
			Min. 11,9°
„ „ „ „		am K. Juby	28°
„ „ „ „		in Funchal	18,4°
			Max. 28,7°
			Min. 10,3°

Die grosse Schwankung in den Extremen wird am Kap Juby durch das gelegentliche Auftreten von heissen Wüstenwinden „Harmattan“ verursacht. Letztere sind in der Periode zwischen Oktober und Februar am häufigsten. Sie steigern die Lufttemperaturen sehr bedeutend; im Februar fand ich bei der Herrschaft eines Harmattan ein Maximum von 39,8° C verzeichnet.**) Daher auch die grosse monatliche Schwankung; von Mogador ist diese leider nicht angegeben, doch steht fest, dass sie geringer sein wird, als auf Funchal.

Die ausserordentliche Gleichmässigkeit im Klima erklärt auch die Seltenheit von Brustleiden an der afrikanischen Küste. Lungenschwindsucht ist in Mogador fast unbekannt. Der französische Arzt Thévénin hat diese Krankheit unter den Eingeborenen innerhalb zehn Jahren nur in fünf Fällen beobachtet

---

*) Auf der Hochebene von Spanien sind die täglichen Schwankungen so gross, wie hier die jährlichen.

**) M. Z. 1887, S. 26.

und hiervon hatten drei bereits in entfernt gelegenen Ländern begonnen.*) Ebenso wird uns von dem sehr gesunden Klima von Kap Juby berichtet.**) Epidemische Krankheiten sollen hier gar nicht vorkommen und seit der Begründung der meteorologischen Station (1878) sind noch nie Fälle von Malariafieber-erkrankungen bemerkt worden.

Für das Auftriebgebiet südlich von Kap Juby liegen uns nur noch von der senegambischen Küste Beobachtungen vor. Ueber das hier herrschende Klima sind wir allerdings heute schon sehr gut unterrichtet, dank den Bemühungen des französischen Marinearztes Dr. Borius, welcher seine strengwissenschaftlich ausgeführten Messungen in den „Recherches sur le climat du Sénégal“, Paris 1875, und den „Maladies du Sénégal“, Paris 1882, niedergelegt hat.***) Ein Blick in diese Arbeiten belehrt uns sofort über die gewaltigen Unterschiede, welche in Senegambien zwischen dem Küstenklima und demjenigen des Landinnern herrschen.

Während nämlich der grösste Theil des Innern von Senegambien ein ausgesprochenes Wüstenklima besitzt, zeigt die Küste dieses Landes klimatische Verhältnisse, welche noch günstiger sind, als diejenigen der nahe gelegenen Kap Verdschen Inseln.

Folgende Zusammenstellung der Mitteltemperaturen möge uns die Vertheilung der Wärme in den drei ganz verschiedenen Klimaten, nämlich dem Aequatorial- des senegambischen Landinnern, dem Auftrieb- des Küstengebietes von Senegambien und dem Seeklima der Kap Verdschen Inseln veranschaulichen.

Die eingeklammerten Ziffern bedeuten die Anzahl der Beobachtungsjahre. Lehrreich ist es ebenfalls, das Klima des senegambischen Littorals mit demjenigen benachbarter Küstenstriche im Süden, für welche wir auch eine Reihe von meteorologischen Beobachtungen besitzen, zu vergleichen.†)

---

*) Bull. de la soc. de géogr. 1868, S. 355.

**) M. Z. 1887, S. 26.

***) Siehe auch M. Z. 1873, S. 300; 1875, S. 373.

†) Die Litteratur hiefür hat Albert Riggenbach in den Baseler Verhandlungen Bd. VII, S. 754, zusammengestellt.

Küste von Senegambien.

		St. Louis (5) 16°1′ n. Br., 18°31′ w. L. Meereshöhe — m	**M'Bigdem** (1) 14°55′ n.Br., 17°1′ w. L. Meereshöhe — m	**Gorée** (10) 14°40′n.Br.,17°25′ w. L. Meereshöhe — m
Dezember		21,2° C	21,5° C	22,0° C
Januar		20,2° „	21,8° „	20,3° „
Februar		20,0° „	18,5° „	18,9° „
März		19,2° „	21,4° „	20,0° „
April		20,1° „	22,5° „	20,5° „
Mai		21,0° „	22,4° „	22,0° „
Juni		24,8° „	25,5° „	25,7° „
Juli		26,9° „	27,5° „	27,4° „
August		27,3° „	27,5° „	27,5° „
September		28,0° „	28,0° „	27,9° „
Oktober		27,2° „	28,3° „	27,8° „
November		22,7° „	22,3° „	25,0° „
Durchschnitt:	Jahr	23,2° C	23,9° C	23,8° C
	Winter	20,4° „	20,6° „	20,4° „
	Frühling	20,1° „	22,1° „	20,8° „
	Sommer	26,3° „	26,8° „	26,9° „
	Herbst	25,9° „	26,2° „	26,9° „

Inneres von Senegambien.

		Dagana (1) 16°30′ n. Br., 15°31′ w. L. Meereshöhe — m Abstand v. Meere 100 km	**Bakel** (1) 14°53′n.Br.,12°29′ w. L. Meereshöhe 28 m Abst.v.Meere 450 km	**Medine** (1) 14°20′n.Br.,11°24′ w. L. Meereshöhe 50 m Abst.v.Meere 590 km
Dezember		21,3° C	26,1° C	25,2° C
Januar		21,4° „	24,7° „	25,3° „
Februar		23,3° „	26,9° „	27,3° „
März		25,0° „	29,7° „	32,4° „
April		26,1° „	34,1° „	33,8° „
Mai		26,8° „	32,9° „	31,9° „
Juni		27,4° „	30,8° „	32,8° „
Juli		28,5° „	26,6° „	29,6° „
August		28,2° „	27,9° „	27,7° „
September		28,1° „	27,9° „	30,3° „
Oktober		29,5° „	28,1° „	30,0° „
November		24,4° „	28,4° „	28,5° „
Durchschnitt:	Jahr	25,8° C	28,7° C	29,9° C
	Winter	22,0° „	25,9° „	25,9° „
	Frühling	25,9° „	32,2° „	32,7° „
	Sommer	28,0° „	28,4° „	30,0° „
	Herbst	27,0° „	28,1° „	29,6° „

Kap Verdsche Inseln.

Praia*) auf S. Jago
14°13' n.Br., 23°30'
w. L.
Meereshöhe 35 m

Dezember	23,1° C
Januar	23,6° „
Februar	23,8° „
März	23,6° „
April	24,3° „
Mai	24,6° „
Juni	25,3° „
Juli	26,5° „
August	27,0° „
September	28,0° „
Oktober	27,9° „
November	27,0° „

Durchschnitt:

Jahr	25,4° C
Winter	23,5° „
Frühjahr	24,2° „
Sommer	26,3° „
Herbst	27,6° „

An obiger Temperaturreihe für das senegambische Küstengebiet treten hauptsächlich drei Erscheinungen auffällig hervor.

Einmal die grosse Depression in der Luftwärme während der Winter- und besonders der Frühlingsmonate, sodann der sehr späte Eintritt des Maximums und Minimums in der Lufttemperatur und endlich die rasche Zunahme der Wärme im Monat Juni, in dem Monat nämlich, in welchem die Sonne in diesen Breiten ihren nördlichsten Stand erreicht.

Was zunächst den Eintritt des Temperatur-Maximums betrifft, so ist in St. Louis der September der wärmste Monat, der Oktober ebenso warm als der August. In dem ca. $1^3/_4{}^0$ südlicher gelegenen Gorée ist es ähnlich; nur ist hier der Oktober noch wärmer als der August, und der Herbst im Durchschnitt ebenso warm als der Sommer. Diese eigentümlichen Verhältnisse theilen die beiden genannten Orte vollständig mit den Kap Verdschen Inseln, ein Zeichen, dass also das Klima der senegambischen Küste nur dem Einflusse des Ozeans unterliegt und keineswegs dem des hocherwärmten Landinnern.

Das Minimum der Luftwärme tritt in St. Louis im März ein, die Temperaturen des April sind niedriger als die des Januar, und der Mai ist kühler als der Dezember.

Dasselbe gilt für Gorée, nur dass hier der Februar der kühlste Monat ist. Vergleichen wir aber einmal die Tempera-

*) M. Z. 1871, S. 395.

turen des Winters und Frühlings von Gorée mit den entsprechenden von Praia auf S. Jago, welches in derselben Breite aber 6° weiter in See gelegen ist, so machen sich hierbei sehr grosse Unterschiede bemerkbar. Wir finden, dass Gorée im Frühjahr 3,4°, im Winter 3,1° C kühler ist als Praia, und ähnliche Differenzen liefert auch ein Vergleich der Werthe von St. Louis mit denen der Kap Verdschen Inseln. Gerade diese letzten Ergebnisse liefern uns wieder einen deutlichen Beweis, dass an der senegambischen Küste sich im Winter und Frühling relativ sehr kaltes Wasser finden muss, das nur durch ein Aufsteigen aus der Tiefe erklärt werden kann. Wie stark die an diesem Theil der afrikanischen Küste durch die kalte Meeresoberfläche hervorgebrachte Depression auf die Lufttemperaturen ist, das zeigen am besten die von Borius berechneten nächtlichen Depressionen, welche in Gorée und St. Louis die Luft in den einzelnen Monaten erfährt. Hieraus ergiebt sich für die grösste durchschnittliche nächtliche Temperaturdepression:

	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
Gorée	5,3°	5,8°	6,4°	7,2°	8,9°	7,1°	6,4°	5,8°	4,7°	4,2°	4,5°	4,5° C
St. Louis	12,4°	14,6°	15,6°	16,9°	14,3°	17,8°	8,5°	7,4°	7,7°	7,0°	7,7°	9,3° C.

Wie wir sehen, sind im März und April, in der Zeit, in welcher der Nordost am stärksten weht, die Variationen am grössten; während in anderen Gebieten derselben Breite, an denen sich kein kaltes Küstenwasser findet, doch gewöhnlich in der Jahreszeit, in der die grösste Wärme herrscht, auch die grössten Schwankungen in den Temperaturen zu finden sind.

Aus dem Vorhandensein des kalten Küstenwassers erklärt sich auch die dritte auffällige Erscheinung, welche wir an obiger Tabelle constatirt haben, nämlich das rasche Wachsen der Temperaturen im Juni, zur Zeit des nördlichsten Sonnenstandes während in der Zeit des Zenithstandes die Temperatur sich am wenigsten ändert. Letzterer tritt nämlich in Gorée am 29. April und 12. August ein. Im April herrscht aber, wie wir sehen, eine mittlere Temperatur von 20,5°, da in diesem Monat das Küstenwasser seine niedrigsten Temperaturen zu besitzen scheint, welchen Umstand wir aus der grossen nächtlichen Depression und der Häufigkeit von intensiven ablandigen Winden schliessen müssen. Ende Mai werden die ablandigen Winde seltener, das kalte Wasser verschwindet, die nächtlichen Depressionen wer-

den geringer, und deshalb sehen wir im Juni dann die Wärme rasch zunehmen. Die Erscheinung, dass auch im August, in welchem Monat die Sonne zum zweiten Male im Jahr im Zenith steht, nicht die höchsten Temperaturen angetroffen werden, beruht wohl auf dem Einflusse der in dieser Zeit sehr zahlreichen westlichen Winde, welche dem Lande Regen bringen und hierdurch die Temperaturen etwas herabdrücken.

Die eben erörterten Verhältnisse gelten jedoch nur für einen schmalen Saum der senegambischen Küste; denn mit der Entfernung vom Meere wird das Klima rasch ein anderes. M'Bigdem, welches $4^1/_2$ km vom Meere entfernt liegt, zeigt zwar noch eine grosse Depression in den Temperaturen des Winters und Frühlings; jedoch ist hier schon das Frühjahr $1^1/_2{}^\circ$ im Durchschnitt wärmer als der Winter, und auch der Herbst kühler als der Sommer.

Dagana, 100 km von der Küste entfernt, hat bereits ein Frühjahr, das 3,9° wärmer ist, als der Winter, während der Herbst 6° C kühler ist, als der Sommer. Bakel, 450 km Abstand vom Ozean, besitzt schon ganz kontinentales Klima. Die wärmste Jahreszeit ist hier das Frühjahr (an der Küste ist diese gerade die kühlste) mit einer mittleren Temperatur von 32,7° C; die mittlere Sommerwärme beträgt 3,8° C weniger. Aehnliches gilt für Medine, der am weitesten im Landinnern gelegenen Station: mittlere Temperatur des Frühjahres 32,7° C, des Sommers 30° C.

Niederschlagsverhältnisse, Nebel und Thau.

Als eine zweite bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit des Klimas in Auftriebgebieten haben wir die grosse Armuth an Regen- und Gewittertagen und die geringe Niederschlagsmenge bezeichnet. Diese Erscheinung tritt schon an der atlantischen Küste der iberischen Halbinsel zur Zeit des Auftriebes hervor; so werden z. B. in Mafra nur 3, Lagos 2.6, Tarifa 3.4 und Gibraltar 2 Regentage im Sommer beobachtet. An der Küste von Nordwestafrika herrscht dieser Mangel an Regen in allen Jahreszeiten. Mogador hat im Mittel 42.6 Regentage im Jahre, und am Kap Juby wurden 1884 55 und 1885 52 Tage mit Niederschlägen verzeichnet. Die Hauptregenzeit an den beiden letzten Stationen ist der Winter, die Jahreszeit, in welcher die

vertikale Circulation im Küstenwasser am wenigsten stark, das Wasser also weniger abnorm temperirt ist. In dieser Periode ist in Mogador jeder dritte Tag ein Regentag, während im Sommer überhaupt keiner vorkommt. Da es nun an einem Regentag an der afrikanischen Küste nicht etwa wie bei uns von Morgens bis Abends regnet, sondern gewöhnlich nur drei bis vier Stunden, worauf dann wieder Sonnenschein folgt, so ist es leicht begreiflich, dass auch die Niederschlagsmengen hier nicht gross sein können. Nachstehende Tabelle möge die näheren Daten der Niederschlagsmengen und Regentage für Mogador und Kap Juby und zum Vergleich auch die betreffenden Werte der benachbarten Inseln vor Augen führen.

			Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Mogador:	Regenmenge		164,5	42,5	2,0	57,0	267 mm
	Regentage		25,3	8,0	0,3	9,0	42,6
Kap Juby:	Regenmenge	(1885)	81,1	15,2	—	128,7	225 mm
		(1884)	—	—	—	—	138,5 „
	Regentage	(1885)	—	—	—	—	52
		(1884)	—	—	—	—	55
Funchal (Madeira): Regenmenge			344,8	135,8	25,4	234,2	740,2 mm
Laguna di Teneriffa (Kanar.):							
	Regenmenge		671,0	237,0	13,0	190,0	1111 mm
	Regentage		34	20,8	5,3	19,7	79,8

An der senegambischen Küste ist die Zeit des Auftriebes die Trockenzeit. Borius gibt leider keine nähere Daten über Niederschlagsmenge oder Zahl der Regentage, jedoch können wir aus den Bewölkungsverhältnissen wohl mit einiger Sicherheit schliessen, dass es im Winter und Frühling hier sehr selten regnen wird. Im Jahre 1860 ergaben sich in Gorée folgende Bewölkungsverhältnisse:

		heiter	$^1/_4$—$^1/_2$ bedeckt	$^3/_4$ bedeckt	ganz bedeckt
Trockenzeit:	6h an	71	60	33	19 Tagen
	4h „	100	53	15	15 „
Regenzeit:	6h „	28	73	29	53 „
	4h „	34	77	35	37 „

An der Küste von Nordwestafrika, soweit sie in den Bereich des ständigen Auftriebes gehört, sind Niederschläge mit elektrischer Explosion, Gewitter, äusserst selten, wenn auch nicht so wenig bekannt, als z. B. an der Küste von Peru. In Mogador beträgt die Zahl der Gewitter im Jahre im Mittel 3,4*) (in fünf

*) Bull. de la Soc. de géogr. 1872, II. S. 313.

Jahren wurden hier zusammen 17 Gewitter beobachtet, davon in einem Jahre sogar nur 1) und in Gorée*) sollen in der Trockenzeit innerhalb 10 Jahren nur 11 Gewitter vorgekommen sein. Die Ursache dieser grossen Gewitterarmuth in den Breiten, in welchen dieses Phänomen sonst am häufigsten ist, beruht wohl hauptsächlich nur auf dem Fehlen eines kräftigen aufsteigenden feuchtwarmen Luftstromes, eines Vorganges, der bei der lokalen Bildung von Gewittern, wie bekannt, die erste Bedingung bildet. Die geringe Bewegung der Luft in vertikaler Richtung erklärt auch den überaus grossen Feuchtigkeitsgehalt der unteren Atmosphäre gegenüber dem geringen Wasserdampfgehalt der oberen Luftschichten. Häufige dicke Nebel und reichlicher Thaufall finden wir daher von der portugiesischen Küste bis herab zum Grünen Vorgebirge. In Cadiz zählt man in manchen Jahren 20 Nebeltage; in Gibraltar legt sich regelmässig in der Zeit, in welcher Ostwinde wehen (und dies geschieht bisweilen vier bis fünf Wochen hinter einander) eine dunkle Wolke auf den neutralen Grund, und die Nebel an diesem Felsen sind häufig so dick wie ein Novembernebel in London.**) In Casablanca (Dar-el-Beida) an der marokkanischen Küste wurden von März 1867 bis Februar 1868 23 Tage mit Nebel beobachtet, davon 19 von Juli bis Oktober, 9 allein im August.***) Diese Nebel halten dann gewöhnlich den ganzen Tag über an und nur gegen Mittag scheint die Sonne matt durch, ähnlich wie an der Küste von Peru. So berichtet Rohlfs:†) „Es ist auffallend, wie kalt in Agadir das Klima ist. Vor Mittag durchdringt hier die Sonne den dichten Nebel nie und selbst in der Sonne ist es dann nicht übermässig warm. Die Einwohner versicherten mir, dass selbst im hohen Sommer diese aus dem Meere aufsteigenden Nebel selten vor Mittag zerstreut würden.“ An der marokkanischen Küste sind solche Nebeltage von Mai bis September häufig,††) an der Küste von Kap Bojader bis zum Gambia zu allen Jahreszeiten.†††) Die häufigen Nebel

---

*) M. Z. 1875, S. 374.
**) M. Z. 1874, S. 75.
***) Bull. Tome XIV, S. 698; XV, S. 403; XVI, S. 88.
†) Mein erster Aufenthalt in Marokko, S. 420.
††) Segelhandbuch für den atlantischen Ozean, S. 113.
†††) Afrika Pilot I, S. 135.

erschweren natürlich die Schifffahrt in diesem Theil des nordatlantischen Ozeans ausserordentlich und haben daher schon früh das Meer an der Nordwestküste von Afrika in Verruf gebracht. So benannten die Römer dasselbe Mare tenebrosum, die Araber „Dunkelmeer“. In mancher Hinsicht jedoch sind die häufigen Nebel und der starke Thaufall von grossem Nutzen. Ohne diese Feuchtigkeitsquellen wäre in dem Küstengebiet von Marokko und Senegambien eine Vegetation nicht möglich. Denn, wie wir gesehen haben, fällt an der Küste von Marokko den ganzen Sommer, im Littoral von Senegambien acht Monate hindurch kein Tropfen Regen, und die Küstenflora ist in dieser Zeit gänzlich auf den auf die Erde fallenden Nebel und Thau angewiesen. Die Mengen des auf solche Weise condensirten Wasserdampfes sind in diesen Gebieten aber auch ganz bedeutend. Schiffe, welche sich in der Nähe des Landes halten, gewähren nach einem solchen Thaufall den Anblick, als sei ihr Deck und Takelwerk abgespült. Von Gorée und St. Louis berichtet Borius,*) dass dort während der Trockenzeit namentlich von März bis Mai (die Zeit der grössten Depression) der Thaufall so reichlich ist, dass in einigen Häusern das Thauwasser in Cisternen geleitet wird und man hierdurch oft in einer Nacht 2 mm Thauwasser auffangen kann.

Fischreichthum.

Bevor wir unsere Betrachtung über die Verbreitung und den Einfluss des kalten Auftriebwassers an der Ostseite des nordatlantischen Ozeans und der benachbarten Meerestheile beendigen, möchte ich nicht unterlassen, noch auf die grosse Bedeutung hinzuweisen, welche das Auftriebwasser hier sowohl als an allen Küsten niederer Breiten für die Entwickelung der Meeresfauna hat. Kein Wasser im Ozean wimmelt so von Leben, als das Auftriebwasser tropischer Breiten. Ein an Bord geschöpfter Eimer Wasser ist meist ganz trübe von lebenden Organismen, der Nahrung zahlloser Fische, welche ihrerseits den Hauptunterhalt der Küstenbewohner bilden. Die Fruchtbarkeit des Meeres muss an den meisten Auftriebküsten die Unfruchtbarkeit (Trockenheit) des Landes ersetzen; daher sind

*) M. Z. 1875, S. 374.

diese Gebiete die Stätten ausgedehnter Seefischerei. Schon lange wird z. B. an der Küste von Portugal eine rege Fischerei betrieben; namentlich längs der Küste von Algarve findet sich eine Anzahl von Stationen, an denen meist der Tunfisch und Sardinen gefangen werden. An der Küste von Algerien wird die Seefischerei in neuerer Zeit in ganz bedeutendem Umfange von Italienern und Spaniern betrieben. Die wichtigsten als Nahrungsmittel dienenden Fische, die hier gefangen und ausgeführt werden, sind Anchovis, Sardine, Rouget, Merlan, Bonito, Makrele, Tunfisch und Felsenfische aller Art.*) Im Jahre 1876 betrug in Algier die Ausfuhr an gesalzenen oder in Oel conservirten Fischen allein 5,289,829 kg.

In Marokko wird vor Allem die Küste von Dar-el-Beida in der Zeit von Mai bis August von einer förmlichen Flotte von portugiesischen Fahrzeugen besucht. Sie treiben meist Makrelen- und Bonitofang.**) Von Kap Nun an beginnt die Fischerei, welche von den Bewohnern der kanarischen Inseln betrieben wird; weiter nordwärts wagen sich die Fischer nicht, obgleich hier ein Ueberfluss von Fischen vorhanden ist, aus Furcht vor den Mauren, welche an diesem Theile der Küste im Besitz von Booten sind. Aber von Kap Nun bis zur Arguin-Bank, also auf einer Strecke von 600 Meilen fischen die Bewohner der kanarischen Inseln an den zahlreichen Bänken der Küste. Vor Allem überaus reich an Fischen sind die Buchten an der Küste, wie z. B. Ouro B., Cintra Repose und Arguin-Bucht; die Menge der Fische nimmt hier deutlich mit der Annäherung an das Land, also mit dem Kühlerwerden des Wassers zu, so dass sich die Fischer in der Hoffnung auf eine grosse Beute sehr oft verleiten lassen, zu nahe ans Land zu segeln. Frischt dann der Wind gelegentlich auf, so sind sie unfähig, mit ihren kleinen vollgeladenen Schiffen aus den Buchten zu rudern oder gegen den Wind zu steuern. In den meisten Fällen werden sie dann an den Strand geworfen und fallen in die Hände nomadischer Mauren, welche sie ausplündern und in die Sclaverei schleppen. Ausser den kanarischen Fischern finden sich im Sommer an der ganzen Küste auch zahlreiche wandernde Maurenstämme ein,

*) M. Lindeman, Die Seefischereien, ihre Gebiete, Betrieb und Erträge in den Jahren 1869—78 (Petermann's Ergänzungsheft Nr. 60), S. 51.

**) Lindeman, a. a. o. S. 54.

welche hier ihren Mundvorrath für den Winter fangen und trocknen.*) Auch das Küstenwasser bei Kap Verde, namentlich die Bucht von Gorée, soll überaus reich an wohlschmeckenden Fischen sein.**)

II. Theil: **Indischer Ozean.**

Der indische Ozean, dessen Auftriebwasser ich zum Gegenstande des zweiten Theiles meiner Arbeit gemacht habe, zeigt für den Windstau und die hierdurch hervorgerufene Vertikalcirculation im Küstenwasser andere Verhältnisse als der atlantische Ozean. Was zunächst den südäquatorialen Theil des indischen Ozeans betrifft, so ist hier den herrschenden Windrichtungen nach die Südostküste Afrikas die Lee-, die Westküste von Australien die Luvseite des Ozeans. Die Stromkarten zeigen im offenen Ozean zwischen 7° und 20° s. Br. eine allgemeine Bewegung des Meeres nach Westen. Da, wo diese westliche Strömung auf Land stösst, an der Nordostküste von Madagaskar theilt sie sich; ein Arm geht nach Süden und führt den Namen Madagaskar-Strom, der andere bewegt sich nach Norden etwa bis zum 10.° s. Br., wo derselbe wieder eine Theilung erfährt, indem ein Ast die nördliche Richtung beibehält und zur Zeit des Südwestmonsuns in den Triftstrom des arabischen Meeres übergeht, zur Zeit des Nordostmonsuns aber dem Aequatorialgegenstrom sein Wasser zuführt, ein anderer Zweig aber dicht an der afrikanischen Küste haltend, nach Süden zieht und zunächst mit dem Namen Mozambique- später als Agulhas-Strom bezeichnet wird. An der Ostseite des südindischen Ozeans bewegt sich, ein Analogon zu der Benguelaströmung, ein Strom von Süd nach Nord, die westaustralische Strömung, welche das Bestreben zeigt, vom Lande abzuschwenken. Das Strombild im südindischen Ozean ist also genau dasselbe, wie im südatlantischen, und es liegt der Gedanke nahe, diese Uebereinstimmung auch auf das Auftreten von kaltem Küstenwasser auszudehnen, also ebenso wie an der südwestafrikanischen Küste auch an der westaustralischen das Vorhandensein von kaltem Auftriebwasser

*) Africa Pilot I, S. 115, 121.
**) M. Z. 1875, S. 373.

anzunehmen. Ein Blick auf eine Temperaturkarte der Meeresoberfläche belehrt uns jedoch von der Unrichtigkeit obiger Vermuthung. Das Wasser an der Westseite des australischen Kontinentes zeigt durchaus nicht abnorm niedrige Temperaturen, sondern es ist ebenso warm als an der gegenüberliegenden afrikanischen Küste. Auch das Klima des westaustralischen Küstengebietes zeigt keineswegs die für ein Auftriebklima charakteristischen Erscheinungen, welche längs der ganzen südwestafrikanischen Küste von Kapstadt bis zur Kongomündung anzutreffen sind und die wir bei der Betrachtung des marokkanischen Küstenklimas kennen gelernt haben.

Hier in Australien findet man weder einen Mangel an Niederschlägen noch eine Depression in der Luftwärme, weder häufige Nebel noch reichlichen Thaufall, so dass Hann sagt:*) „Hieraus dürfen wir schliessen, dass an der Westküste Australiens die kühle Meeresströmung fehlt, welche die Temperatur der Westküste von Afrika und Südamerika so stark erniedrigt.“ Diese eigenthümliche Erscheinung beruht, wie Krümmel schon bemerkt hat,**) auf der Configuration des australischen Festlandes. Während der pazifische und der atlantische Ozean im ganzen Bereiche der Auftriebgebiete und darüber hinaus nach Osten hin durch zusammenhängende Landmassen abgeschlossen werden, bildet Australien nur zwischen 22° und 33° s. Br. die östliche Grenze des indischen Ozeans. Nördlich von 22° s. Br. steht der Ozean zwischen den kleinen Sundainseln und Nordwestaustralien mit dem stillen Ozean in freier Verbindung. Durch diese Lücke können nun leicht Oberflächenströmungen zum Ersatz des durch den Südostpassat von der Westküste Australiens fortgeführten Wassers aspirirt werden; daher treffen wir auch auf der ganzen Länge dieser Küste die Erscheinung an, dass sich zwischen dem Lande und der kühlen westaustralischen Strömung von Norden her ein Streifen warmen Wassers aus der Sunda-See einzwängt.

Im indischen Ozean nördlich des Aequators, im arabischen Meere, bleibt zur Zeit des Nordostmonsuns die Ostseite die Luvseite des Ozeans. Aber auch hier findet aus ähnlichen Gründen

---

*) Handbuch der Klimatologie, S. 634.

**) Ozeanographie, S. 315.

kein Auftrieb statt. An der ganzen Westseite Vorder-Indiens, an welcher von November bis April beständig ablandige Nordostwinde wehen, gleicht eine durch eine Ostwind-Trift aus dem Meerbusen von Bengalen genährte Strömung die durch den Windstau hervorgerufenen Nieveauunterschiede aus, und erst in der Nähe des Einganges in den persischen Golf beginnt das Wasser allmählich der Richtung der Winde zu folgen.

Anders werden jedoch die Verhältnisse im arabischen Meere zur Zeit des Südwestmonsuns. In den fünf Monaten, in welchen dieser Wind fast ausnahmslos auftritt, werden die Küsten von Nordostafrika und Südarabien zu Gebieten, in denen der Wind und die Strömung vom Lande absetzen. Zwar zeigt das arabische Meer auch hier eine offene Stelle, indem zwischen dem afrikanischen und asiatischen Kontinente der Golf von Aden kanalartig eingeschnitten ist und dieser wieder in Verbindung mit dem Rothen Meere steht. Hier aber sind Winde und Strömungen andere, wie an der Luvseite des südhemisphärischen indischen Ozeans. Während an letzterer die Strömung aus dem stillen Ozean sich dicht an die Nordküste von Australien anlehnt und beim Eintritt in den indischen Ozean den grössten Theil des Jahres hindurch durch nördliche Winde direkt nach Süden gedrängt wird, treffen wir an der afrikanischen Küste des Golfes von Aden zur Zeit des Südwestmonsuns eine nach Westen gerichtete Strömung an. Erst in der Mitte dieses Kanales ist die Bewegung des Wassers nach dem arabischen Meer gerichtet. Diese Ostströmung wird aber an dem Ausgange des Golfes durch starke aus dem Süden kommende Winde und Strömungen theilweise gezwungen wieder umzukehren, theilweise wird sie in die allgemeine Nordostbewegung des westlichen arabischen Meeres mit hineingezogen. Daher finden wir an der Nordostküste Afrikas südlich des Golfes von Aden, also südlich von Kap Guardafui und an der Küste Arabiens östlich von dem Meridiane dieses Vorgebirges den Auftrieb und seine Wirkungen stark ausgeprägt. Ein Blick auf den mehrfach erwähnten englischen Temperaturatlas der Meeresoberfläche der einzelnen Ozeane zeigt, dass im westlichen arabischen Meere sich namentlich zwei Gebiete durch ihre niedrigen Oberflächentemperaturen von ihrer Umgebung scharf abheben. Das eine dieser Kaltwassergebiete findet sich an der Südostküste von Arabien

etwa zwischen 53 und 55° ö. L. in der Nähe der Kuria Muria Bucht. Die mittlere Meereswärme beträgt in diesem Küstenwasser für den Monat August 22,2—23,3° mit einer Schwankung von +2,5° C, während ringsum im Norden, Osten und Süden das Wasser gleichzeitig 3—5° wärmer ist. Noch grösser ist die Temperaturdepression an der ostafrikanischen Küste in der Nähe von Kap Guardafui und südlich der Insel Sokotra, etwa zwischen 11—12° n. Br. und 51—53° ö. L. Hier beträgt die mittlere Augustwärme des Wassers nach dem englischen Atlas 21,1—23,3° C mit Schwankungen von ± 10°, während das südlicher gelegene Meer nicht unter 25° C, der Golf von Aden sogar bis auf 29° C erwärmt ist. Wir werden später noch sehen, dass namentlich hier an der Ostküste Afrikas, also in Breiten, welche sonst zu den heissesten unserer Erde gehören, im Hochsommer Wassertemperaturen angetroffen werden, welche hinter denen unserer Nord- und Ostsee weit zurückbleiben.

Das Verdienst, zuerst auf diese abnormen Temperaturen längs der Ostküste Afrikas hingewiesen zu haben, gebührt neben Prof. Krümmel*) einigen Offizieren unserer Kriegsmarine. Die ersten Temperaturmessungen längs einer grösseren Strecke der Küste von Nordostafrika wurden im Jahre 1886 von Kpt. z. S. P. Hoffmann ausgeführt und die Resultate später veröffentlicht. Hoffmann verliess am 28. Juni obigen Jahres mit Sr. M. Kr. „Möve“ den Hafen von Zanzibar, um sich nach Aden zu begeben. Auf der ganzen Fahrt segelte er in der Nähe der Küste hauptsächlich in der Absicht, die Segelanweisungen zu vergleichen und zu verbessern, aber auch aus dem Grunde, seine Ansicht, welche die Fahrt längs der Küste für nicht so gefährlich hielt, als man bis dahin angenommen hatte, zu bestätigen. Bei dieser Gelegenheit richtete er seine Aufmerksamkeit besonders auf die Wind-, Strömungs- und Temperaturverhältnisse des Meeres in der Nähe der Küste. Die hierbei gewonnenen Beobachtungen hat Hoffmann**) in folgende Worte gekleidet: „Bald nach Passiren des Pemba-Kanales trat S. M. Kr. „Möve“ in den Südwestmonsun ein. Die diesen Wind begleitende Strömung nahm bei ziemlich gleichbleibender Windstärke vom Pemba-Kanal

---

*) a. a. O., S. 316.
**) A. H. 1886, S. 395.

bis Kap Warscheik stetig zu und betrug für je 24 Stunden (immer innerhalb 10 Sm von der Küste) angenähert:

54 Sm zwischen Pemba und Juba-Inseln,
62 „ an den Juba-Inseln entlang,
85 „ zwischen Juba-Fluss und Kap Warscheik,
39 „ „ Kap Warscheik und Kap Assuad,
17 „ „ Kap Assuad und Kap Khyle,
33 „ „ Kap Khyle und Kap Mabber,
24 „ „ Kap Mabber und Kap Guardafui.

Beim Kap Warscheik wurde ein starkes Kreisen der Strömungen wahrgenommen und daraus auf Abschwenken des Hauptstromes nach rechts geschlossen. In Zusammenhang hiermit scheint eine höchst auffallende Aenderung der Temperatur des Wassers zu stehen. Bis dahin hatten Wasser und Luft gegen die in Zanzibar bestehenden Verhältnisse nicht wesentliche Aenderungen gezeigt. Die Wassertemperaturen hatten immer 25° C und darüber betragen. Sobald die starke Strömung aufgehört hatte, fiel die Temperatur des Wassers zwischen 4 und 8° n. Br. rapid und erreichte bei Ras al Khyle den abnorm niedrigen Stand von 14,9° C. Infolge dessen fiel auch die Lufttemperatur. Bei klarem Himmel stieg das Thermometer Mittags nicht über 20°, so dass man sich gern der Tropensonne aussetzte. Dabei war der Horizont dunstig und nachts thaute es stark. Das Meer hatte ein tief olivengrünes, oft geradezu schwarzes Aussehen, ganz nahe der Küste wurde es hellgrün. In den normal warmen Gegenden war das Wasser stets tiefblau. Es wurde zweimal beigedreht, um die Temperatur in der Tiefe zu messen. Dieselbe fand sich auf 45, 100 und 200 m mit der Oberflächentemperatur sehr nahe übereinstimmend 15,5° bis 15,3°. Im Golf von Aden wurde dagegen gefunden am 8. Juli 10 Uhr Vormittags in 12°38′ n. Br. und 49°52′ ö. L.:

Lufttemperatur:		33°
Wasser:	Oberfläche	30,6°
	100 m	30,3°
	300 m	23,4°
	500 m	13,3°.“

Diese von Kpt. Hoffmann zuerst aufgedeckten abnormen Erscheinungen sind nun im Laufe der Zeit durch eine Reihe ähnlicher Beobachtungen längs der ostafrikanischen Küste bestätigt worden und namentlich für das Küstenwasser zwischen

5° und 10° n. Br. enthält das Archiv der Seewarte eine so grosse Anzahl von Oberflächentemperatur-Messungen, dass es schon heute möglich ist, eine annähernd genaue Uebersicht der thermischen Verhältnisse dieses Meerestheiles zu geben. Bevor wir uns aber dieser Aufgabe unterziehen, erscheint es angebracht, eine kurze Darstellung der Ursachen dieser abnorm niedrigen Oberflächentemperaturen vorauszuschicken. Nach unserer früheren Untersuchung und vor allem nach den Beobachtungen Hoffmanns kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass an der ganzen Küste von Nordostafrika im nordhemishpärischen Sommer beständig Wasser aus der Tiefe an die Meeresoberfläche gelangt und dass diese vertikale Cirkulation ihre Entstehung den kräftigen constanten Südwestwinden und den von diesen hervorgerufenen ablandigen Strömungen verdankt. Verweilen wir deshalb ein wenig bei den letzteren.

Von Mitte April bis Mitte Oktober herrscht über dem arabischen Meere, wie bekannt, der Südwest-Monsun. Dieser feuchte warme Wind wird dadurch erzeugt, dass während der Sommermonate die Luft über den Landmassen von Arabien, Iran und Vorder-Indien sich bedeutend rascher und höher erwärmt, als über dem südlicher gelegenen Meere. In Folge dessen werden die Luftsäulen über dem stark erhitzten Lande aufgelockert und die Luft bewegt sich in der Höhe vom Lande nach dem Meere hin. Als Ersatz hierfür strömt in den unteren Theilen der Atmosphäre die Luft in entgegengesetztem Sinne, also vom Meere nach dem Lande. Diese etwa vom Aequator ausgehende Bewegung erhält dadurch noch eine bedeutende Verstärkung, dass auf der südlichen Halbkugel durch den Südostpassat die Luft gegen obige Breite angestaut wird, so dass also hier gleichsam ein ständiges Luftreservoir sich findet, von welchem aus Gegenden mit Luftdruckminimen gespeist werden. Ueber dem offenen Ozean ist die Richtung des Monsuns im Nordsommer eine streng südwestliche, in der Nähe der Küsten treten jedoch mancherlei Abweichungen in Richtung, Stärke und der Zeit des Beginnens und Aufhörens des Windes ein. So weht z. B. an der Ostküste Afrikas hauptsächlich in den Monaten Juni bis August der Wind sehr stark von Südsüdwest und setzt sich mit voller Kraft von hier durch den Kanal zwischen der Insel Sokotra und Kap Guardafui und von hier

quer durch den Golf von Aden nach der arabischen Küste fort, welche er etwa bei Ras Rehmat trifft.

Westlich von diesem Vorgebirge bis zur Bucht von Aden herrschen im Sommer westliche Winde, die oft mehr oder weniger südliche Richtung haben; jedoch sind sie meist von geringer Geschwindigkeit. Westlich von Aden, also an Arabiens Südwestküste, treffen wir zur Zeit des Südwestmonsuns, gerade wie im südlichen Theile des arabischen Meerbusens, Nord- und Nordwestwinde, also ablandige Winde, meist von grosser Geschwindigkeit an. An der Südostküste von Arabien, von Kosair bis Ras-al-Hed, beginnt der Südwestmonsun spät im Mai und währt bis Ende August; er ist hier schwächer als in irgend einem anderen Gebiete des arabischen Meeres; nur in der Umgebung der Kuria-Muria-Bucht etwa zwischen Ras Merbat und der Insel Mosera werden gelegentlich noch sehr starke Winde beobachtet.

Die Strömungen zeigen im westlichen arabischen Meere in ihren Richtungen und Geschwindigkeiten grössere Abweichungen als die Winde. An der Ostseite von Afrika bewegt sich nördlich vom Aequator eine Strömung, welche im Allgemeinen eine der Küste parallele Richtung und eine mittlere Geschwindigkeit von 2—4 Sm per Stunde hat. Ueberall da jedoch, wo sich die Küstenconfiguration plötzlich ändert, indem das Land entweder auffällig zurücktritt oder weit ins Meer vorspringt, ändert sich auch die Richtung und Geschwindigkeit der Küstenströmung. An solchen Punkten, deren die Ostküste Afrikas viele besitzt, ich nenne nur Ras Warscheik, Ras Aswad, Ras Awath, Ras al Khyle, Ras Mabber und vor allem Ras Hafun, pflegt die Strömung auf längere Strecken hin direkt vom Lande abzuschwenken und ihre Geschwindigkeit zu vergrössern. Zwischen Ras Hafun und Ras Asir (Kap Guardafui) findet man ganz in der Nähe des Landes einen Strom von ausgesprochener nördlicher Richtung. Derselbe setzt sich durch den Kanal zwischen der Insel Sokotra und der Nordostspitze Afrikas mit einer mittleren Geschwindigkeit von $1^1/_2$—2 Sm nach der arabischen Küste hin fort und trifft letztere etwa bei Kosair; von hier aus bewegt er sich mit $^1/_2$—$1^1/_2$ Sm stündlicher Geschwindigkeit in nordöstlicher Richtung längs der Küste Arabiens bis nach Ras al Hed.

Im Süden von Sokotra befindet sich zur Zeit des Südwestmonsuns ein grosser Stromwirbel, welcher nach dem Africa

Pilot*) folgende Lage hat: Er beginnt in einer Entfernung von ca. 150 Meilen südlich von Sokotra auf dem Parallel von Ras Hafun da, wo die Strömung nach Osten bis zum Meridian von 55 ö. L. läuft. Von hier aus biegt der Strom nach Süden bis zum 5. Parallel, dann nach Nordost um und vollendet somit den Kreislauf. An der nördlichen Grenze ist die Geschwindigkeit des Wirbels sehr gross, 4—5 Sm per Stunde, während er an der Südgrenze nur $^3/_4$ Sm stündlich zurücklegt.

Auf der britischen Admiralitätskarte Nr. 9 ist dieser Wirbel zwischen 5° 30' und 11° n. Br., sowie 52° und 56° ö. L. v. Gr. eingezeichnet. Nach der Erfahrung von Weston Bey, jetzt Hafen-Kapitän in Suez, früher 20 Jahre lang Offizier und Befehlshaber von Postdampfern der Peninsular und Oriental Steam Navigation Company, ist die Lage des Wirbels nicht konstant und die mittlere Position eine mehr südliche, als in der Karte angegeben.**)

Nach dem vom niederländischen meteorologischen Institut herausgegebenen Atlas***) verdankt dieser Kreislauf der Strömungen drei Ursachen seine Entstehung, nämlich dem Ansteigen des Meeresgrundes in dem Winkel zwischen der Nordostküste Afrikas und den östlich von derselben liegenden Inseln, der Verschiedenheit der Breiten, welche die Strömung an der Ostküste von Afrika zu durchlaufen hat, und endlich der Einwirkung der mit wechselnder Kraft aus Südwest und Nordost wehenden Monsune. Letztere sollen auch die beständig sich ändernde Position des Wirbels erzeugen. Auch im Norden von Sokotra soll zur Zeit des Südwestmonsuns ein Wirbel, allerdings von viel kleinerem Umfange bestehen, jedoch fehlen uns hierüber noch nähere Nachrichten.

Im Golfe von Aden herrschen bei Südwestmonsun hauptsächlich östliche Strömungen vor, deren Geschwindigkeiten in der Mitte am grössten sind. Nur längs der Küste Afrikas läuft ein westlicher Strom bis etwa 48° ö. L., wo derselbe

---

*) Africa Pilot, Part III, S. 407.

**) A. H. 1887, S. 245.

***) Stroomen en Temperatuur aan de Oppervlakte in de Golf van Aden an den Indischen Oceaan bij Kaap Guardafui. 12 Karten. Utrecht 1888. — Vgl. auch A. H. 1890, Heft I.

wahrscheinlich unter dem Einflusse einer Gegenströmung nach Nordwesten umbiegt. Der früheren Annahme, dass diese Westströmung eine Abzweigung jener Strömung sei, welche der Ostküste Afrikas von Ras Hafun bis Kap Guardafui folgt, möchte ich nicht mehr beipflichten, seitdem Temperaturbeobachtungen festgestellt haben, dass an der afrikanischen Küste des Golfes die Wasserwärme im Sommer sehr hoch ist und hinter derjenigen des Oberflächenwassers in mitten des Golfes kaum zurückbleibt, was bei obiger Annahme der Fall sein müsste. Vielmehr denke ich mir diese Strömung dadurch hervorgebracht, dass der starke nördliche Strom, welcher sich durch den Kanal von Abd-al-Kuri nach der Küste Arabiens bewegt, die aus dem Golf kommende östliche Strömung zwingt, sich zu theilen; einen Zweig zieht er in seine Bewegung hinein, den anderen lässt er die entgegengesetzte Richtung annehmen. An der afrikanischen Küste angelangt, wird dieser letztere Arm zu einer Reaktionsströmung zu der mittleren Strömung des Golfes und bewegt sich deshalb nach Westen.

In der Strasse von Bab-el-Mandeb läuft von Juni bis September das Wasser an der Oberfläche des Meeres aus dem arabischen Meerbusen in den Golf von Aden. Diese südliche Strömung, welche etwa in 17° n. Br. beginnt,*) verdankt ihre Entstehung zum Theil den im Sommer über dem Rothen Meer ständigen Nordwestwinden, zum Theil aber auch der Niveaudepression, welche der Südwestmonsun im Golf von Aden erzeugt. Mit der Annäherung an die Strasse von Bab-el-Mandeb wächst die Geschwindigkeit der Strömung im arabischen Meerbusen. Nach dem Austritt aus der Enge hält sich der Strom in der Nähe der arabischen Küste und führt von hier das Wasser in Südostrichtung gegen die Mitte des Golfes hin. In Folge dessen steigt an der Küste von Südwestarabien etwa bis zum Golf von Aden im Sommer kaltes Wasser aus der Tiefe auf; dasselbe geschieht zwischen der Insel Perim und der arabischen Küste und, wie zu vermuthen ist, auch noch im südöstlichen Theile des Rothen Meeres an der Küste von Yemen.

Im Anschlusse an die Strömungen sei hier noch eine eigenthümliche Bewegungsart des Meeres erwähnt, welche in dem

---

*) Proc. of the Royal Geogr. Soc. 1888, S. 706.

von uns betrachteten Gebiete häufig vorkommt und bei welcher der Auftrieb auch eine Rolle spielt. Ich meine nämlich die Erscheinung, welche der Seemann mit dem Ausdruck „Stromkabbelungen“ belegt. Letztere sind nach Krümmel*) mit Geräusch verbundene, kurzwellige, turbulente Bewegungen des Meeres, über deren Entstehung man noch nicht im Klaren ist. Diese Kabbelungen, welche das Kurshalten der Schiffe erschweren, finden sich im nordwestlichen arabischen Meere zur Zeit des Südwestmonsuns fast stets in der Strasse von Bab-el-Mandeb und vor derselben, sodann östlich von Kap Guardafui, im Westen der Insel Sokotra und südöstlich von Ras Hafun, hier und da auch mitten im offenen Ozean, also meistens an den Stellen, an welchen Strömungen von verschiedenen Richtungen zusammentreffen. Die Aufzeichnungen zeigen nun,**) dass, sobald ein Schiff in diese Stromkabbelungen eintritt, die Beobachtung gemacht werden kann, dass sich die Farbe, das spezifische Gewicht und die Oberflächentemperatur des Meeres auffällig ändern. Die Farbe des Wassers wird gewöhnlich hell bis dunkelgrün, das spezifische Gewicht wird geringer und die Wassertemperatur niedriger als vorher; daneben macht sich noch eigenthümlicher Geruch nach feuchten Korallen oder faulenden Fischen***) geltend; also alles charakteristische Merkmale des Auftriebes.

Berücksichtigen wir neben dieser kurzen Schilderung der Wind- und Strömungsverhältnisse des westlichen arabischen Meeres noch die Configuration der Küsten desselben und bleiben

---

*) Oceanographie, S. 351.

**) Die meteorologischen Journale im Archiv der Seewarte enthalten für das arabische Meer zahlreiche Beispiele für das Auftreten obiger Erscheinung.

***) Der Korallengeruch, den wir früher noch nicht bei den Kennzeichen des kalten Tiefenwassers erwähnt haben, gehört im arabischen Meere auch zu den Eigenthümlichkeiten des Auftriebes. Wahrscheinlich wird derselbe dadurch erzeugt, dass beim Aufquellen des Tiefenwassers zahlreiche Organismen, theils vegetabilischer, theils animalischer Natur, an die Oberfläche gefördert werden und hier in Berührung mit der feuchten, warmen Luft in Fäulniss resp. Verwesung übergehen; in den Stromkabbelungen vielleicht auch dadurch, dass bei dem plötzlichen Uebergang aus warmem in kühles Wasser eine Menge von organischenWesen ihre Lebensbedingungen verlieren und schnell absterben. Eine diesbezügliche Untersuchung wäre ohne Zweifel sehr interessant; vielleicht liesse sich hierbei auch feststellen, in wie weit die Organismen einen Antheil an der Färbung des kalten Oberflächenwassers tragen.

uns der Bedingungen bewusst, unter denen ein Auftrieb zu Stande kommt, so lassen sich etwa folgende Küsten zur Zeit des Südwestmonsuns als Gebiete mit kaltem Wasser bezeichnen:

1) Die Ostküste Afrikas von Kap Warscheik bis Kap Guardafui.
2) Die Nord- und Ostküste der Insel Sokotra.
3) Die Südostküste Arabiens östlich von Ras Fartak.
4) Die Südwestküste Arabiens westlich von der Bucht von Aden.

Da nun während des Südwestmonsuns die Navigirung namentlich bei Kap Guardafui durch häufige Stürme, unsichtiges Wetter und Nebel erschwert wird, ist eine möglichst genaue Kenntniss der in dieser Zeit stattfindenden Strömungen, Winde und Wassertemperaturen von grosser Wichtigkeit, weshalb ich versucht habe, für die Monate Juni bis Oktober die Vertheilung in der Oberflächenwärme, Strömungen, Wind und Wetter gesondert zu diskutiren.

Die meridionale Grenze des kalten Oberflächenwassers an der Ostküste von Afrika liegt im Monat Juni in der Nähe des Kap Warscheik.*) Diese Behauptungen stütze ich auf die Beobachtungen, welche Kapitän z. S. Böters im Juni 1887 auf einer Reise mit S. M. Kr. „Möve“ von Zanzibar nach Aden gemacht hat. So viel aus dem auf dieser Fahrt geführten meteorologischen Journal hervorgeht, hielt sich das Schiff von Zanzibar bis Ras al Khyle ganz in der Nähe des Landes, etwa in einer Entfernung von 10 Sm. Von Zanzibar bis zum Aequator segelte das Schiff im Südostpassat mit einer der Küste parallelen nördlichen Strömung. Nach Passiren der Linie ging der Wind allmählich auf Süd, dann auf Südsüdwest und später auf Südwesten über. Etwa in 2° n. Br. wehte schon ein beständiger frischer Südwestmonsun. Bis zu obiger Breite waren Wasser- und Lufttemperaturen sehr hoch gewesen und erstere waren niemals unter 22° C geblieben. Nördlich von 2° n. Br. fiel jedoch die Oberflächenwärme des Meeres plötzlich und blieb bis zum Einsteuern in die Bucht von Ras al Khyle niedrig, wie folgender Auszug zeigt:

Datum		Breite	Länge	Wind-Richtung	Wind-Stärke	Temperatur der Luft	Temperatur der Meeresoberfl.
20/6	12h. Mtg.	2°21′	46°32′	SSW	4	26,0° C	25° C
	4	—	—	„	3	27,0° „	24,6° C
	8	—	—	„	3	23,8° „	24,0° „

*) 2°30′ n. Br., 46°7′ ö. L. v. Gr.

Datum		Breite	Länge	Wind-Richtung	Wind-Stärke	Temperatur der Luft °C	Temperatur der Meeresoberfl. °C
20/6	12	—	—	WSW	2—3	22,6°	24,0°
21/6	4	—	—	SW	3	22,4°	21,0°
	8	—	—	„	3	22,0°	21,0°
	12h.	4°8,9′	47°43′	WSW	3	22,8°	20,0°
	4	—	—	SW	3	26,0°	21,4°
	8	—	—	„	3	22,0°	22,0°
	12	—	—	„	3	22,4°	22,8°
22/6	4	—	—	SSW	4	22,2°	22,0°
	8	—	—	SW	3—4	23,0°	22,8°
	12	5°38′	48°45′	„	4	25,0°	22,2°
	4	—	—	SSW	6—5	26,2°	22,4°
	8	—	—	„	6	24,8°	23,0°
	12	—	—	„	6—5	24,6°	22,5°
23/6	4	—	—	SW	4—5	23,2°	22,2°
	8	—	—	„	3	24,0°	22,4°
	12	7°42′	49°45′				

Die auf der Strecke von Zanzibar bis Ras al Khyle angestellten Strombeobachtungen ergaben folgende Resultate: *)

Breite	Länge	Richtung	Strom-Geschw. Sm p. 24 Std.	
Zanzibar				
4°18,2′ S	40°39,9′ Ö	N 11,6° W	42	(in 19 Stunden)
2° 0,9′ „	42°8′ „	N 4° E	27,5	
0°23,9′ N	43°49,3′ „	N 29,5° E	63,0	
2°21,7′ „	46°32,8′ „	N 52,4° E	99,0	
4° 8,9′ „	47°43,4′ „	N 56,4° E	56,0	
5°38,0′ „	48°45,4′ „	N 14° E	18,0	
7°42,0′ „	49°45′ „	N 18,4° E	29,5 (in 20 Stunden).	

Vergleichen wir diese Strombeobachtungsreihe mit der Temperaturreihe, so erkennen wir, dass gerade in der Höhe, in welcher die Küstenströmung ihre grösste Ostrichtung angenommen hat, auch der Temperaturfall in der Wasserwärme eintritt. Ein Blick auf eine Karte grösseren Massstabes**) zeigt, dass zwischen 2° und 4° n. Br. etwa zwischen Ras Warscheik und Ras Asswad eine Strömung von der Richtung N56,4°E fast direkt vom Lande absetzen und somit eine starke vertikale Circulation veranlassen muss. Diese Ablenkung der Strömung

*) A. H. 1887, S. 461.
**) Admirality Chart Nr. 597.

nach rechts wird wahrscheinlich durch die Configuration der Küste veranlasst, welche vom Aequator an bis Ras Warscheik Nordostrichtung verfolgt hat und plötzlich nach Nordnordost verläuft. Nördlich von 4° n. Br. wird der Winkel zwischen Strömung und Küste wieder kleiner und bis Ras al Khyle hat der Strom mit der Küste beinahe parallele Richtung. Daher steigen auch hier die Temperaturen, trotzdem das Schiff sich mehr dem Lande nähert, als vorher. Immerhin ist aber die Wasserwärme für diese Breiten und die betreffende Jahreszeit noch anormal, indem sie etwa 3—4° C hinter derjenigen des offenen Ozeans gleicher Breite zurückbleibt.

Nordwärts von Ras al Khyle nehmen Winde und Strömungen an Geschwindigkeit wieder zu, behalten aber ihre der Küste parallele Richtung bei; die Winde wehen aus Südwest bis Südsüdwest, die Strömung hat Nordost- bis Nordnordostrichtung. Daher kommt es, dass das kühle Wasser (Temperatur 20—22° C) nur in einem schmalen Streifen zwischen Land und Strömung beobachtet wird. Erst etwa in 9° n. Br. gewinnt das kalte Oberflächenwasser eine grössere Ausdehnung. Hier zwingt die weit ins Meer vorspringende Halbinsel von Ras Hafun die Strömung Ostnordostrichtung anzunehmen, also vom Lande abzusetzen. Da nun auch die Geschwindigkeit der Strömung hier eine grosse ist (das Mittel beträgt 80 Sm), so trifft man schon in grosser Entfernung vom Lande auf kühles Wasser. Alle Schiffe, welche von Indien oder den Seychellen kommen und Ras Hafun von Süden her ansteuern, beobachten daher in der Höhe von 9° n. Br. und zwischen der Küste und 52° ö. L. eine plötzliche Aenderung in der Farbe des Meeres und ein rasches Fallen der Wassertemperaturen. Gewöhnlich sinkt das Thermometer, das vorher im indischen Ozean fast immer 25° C und darüber gezeigt hatte, zunächst um 2—3° C; bei weiterer Annäherung an das Land nimmt die Wasserwärme stetig ab nnd in einer Entfernung von 5—10 Sm südsüdöstlich von Ras Hafun erreicht sie gewöhnlich ihr Minimum. Als niedrigste Temperatur für den Monat Juni fand ich hier 19,5°;*) der niederländische Atlas giebt sogar 17,7° C als Minimaltemperatur in dieser Gegend an. Ist Ras Hafun in Sicht, so nehmen die

*) D. J. Europa 1884.

Schiffe gewöhnlich ihren Kurs direct nach Norden und bewegen sich bis zum Kap Guardafui meist auf dem Meridian von 51°30′ ö. L. Die Wassertemperaturen bleiben auf dieser ganzen Strecke niedrig, steigen aber nach Passiren von Ras Hafun allmählich. In der Höhe der Nordspitze der Halbinsel beobachtet man meist 22° C, in 11° n. Br. 24° C, und diese Wärme behält das Wasser dann bis etwa 5 Sm südlich des Parallels von Kap Guardafui. Hier nimmt dann die Oberflächentemperatur um weitere 2° zu und in der Höhe des Vorgebirges herrscht meist eine mittlere Junitemperatur des Meeres von 28,8° C, welche sich am Eingange in den Golf von Aden noch auf 29,5° C steigert.

Oestlich von 51°30′ ö. L. zwischen 10 und 12° n. Br. führen die zwischen Ras Hafun und Ras Asir im Juni meist Nordost- bis Ostnordostrichtung einschlagenden starken Strömungen das relativ kalte Oberflächenwasser weit in das offene Meer hinaus und bis 53° ö. L. ist der Einfluss des Auftriebes in diesen Breiten zu verspüren. Die Meeresoberfläche zwischen 10 und 11° n. Br. besitzt in einem Abstande von 100 Sm im Juni eine mittlere Temperatur von 24° C.*) Auch im Gradfelde 11—12° n. Br. und 53—54° ö. L. fand ich noch Temperaturen von 23—24° C, während das angrenzende Feld im Norden davon eine mittlere Wasserwärme von 27,5° C zeigt.**)

Nördlich von Guardafui finden wir kein kühles Wasser mehr. Hier macht sich schon der Einfluss des hoch erwärmten Wassers aus dem Golf von Aden bemerkbar. Der Kanal besitzt eine mittlere Wärme von 28,4° C. In der Nähe der Insel hat der Auftrieb noch keine grösseren Dimensionen angenommen. An der Ostseite der Insel sollen niedrige Temperaturen beobachtet werden,***) welche von dem an der Südküste der Insel von der Küste Afrikas herkommenden Strome hervorgebracht werden sollen; jedoch liegen mir keine derartigen Angaben vor. Das Meer von Sokotra zwischen 12—13,6° n. Br. und 53—56° ö. L. hat eine mittlere Temperatur von 27,2° C.†)

Der Golf von Aden ist im Juni bereits hoch erwärmt, seine Meeresoberfläche zeigt im Mittel eine Wärme von circa

---

*) Niederl. Atlas.
**) N. Atl.
***) Ebendaselbst.
†) Aus dem mir vorliegenden Material berechnet.

30° C an ; eine Ausnahme hiervon bildet nur ein kleines Gebiet im westlichen Theil des Golfes in der Nähe der Südwestküste von Arabien. An der Küste zwischen Aden und der Strasse von Bab-el-Mandeb finden sich oft Temperaturen, welche 12° C hinter denjenigen des benachbarten Wassers von normaler Erwärmung zurückbleiben. Der niederländische Postdampfer „Prins Frederik“ machte hier am 29. und 30. Juni 1882 folgende Wassertemperaturbeobachtungen :

Breite	Länge	Temperatur der Meeresoberfl. °C
12°24′	47° 5′	28,7°
12°31′	46°48′	25°
12°38′	45°51′	22,7°
12°38′	45° 7′	21,0°
12°39′	44°43′	19,8°
12°38′	43°44′	17,7°
12°36′	43° 5′	19,8°

Als das Schiff hierauf weiter in den arabischen Meerbusen steuerte, stieg auch die Oberflächentemperatur wieder schnell. Der Eintritt von dem hoch erwärmten Wasser des Golfes in das überaus kühle Wasser, dessen Entstehung, wie wir wissen, auf die starke Südostströmung und die frischen Nordwestwinde zurückgeführt werden muss, macht sich schon äusserlich sehr bemerkbar. Heftige Stromkabbelungen, plötzliche Aenderung in der Farbe des Meeres und sehr intensiver Korallengeruch*) zeigen dem Seemann an, dass er sich dem Lande nähert. Das kalte Wassergebiet besitzt im Juni erst einen kleinen Umfang und ist auf einige wenige Seemeilen beschränkt.

Für das Wasser an Arabiens Südostküste besitze ich keine Beobachtungen.

Im Juli ist die Auftrieberscheinung im westlichen arabischen Meere entsprechend der grössten Entwickelung der ablandigen Winde und Strömungen am stärksten ausgeprägt.

Beginnen wir wieder mit dem Küstenwasser von Ostafrika, so verweise ich hier auf die ausführlichen Temperaturbeobachtungen, die Kapitän z. S. Hoffmann in dem schon erwähnten Bericht zusammengestellt hat.

---

*) Nach Angaben des niederl. Atl.

Das Fallen der Oberflächentemperaturen tritt nach den Angaben Hoffmanns bei Kap Warscheik, also in derselben Breite wie im Juni, ein. Die Oberflächentemperaturen sind aber in der Nähe der Küste noch viel niedriger als im vorigen Monate, welche Thatsache wir auf die grössere Geschwindigkeit der ablandigen Winde und Strömungen zurückführen müssen. Das Temperaturminimum fand Hoffmann längs der ganzen Strecke von Warscheik bis Guardafui bei Ras al Khyle*) (14,9° C), in dessen Umgebung im Juli Westsüdwestwinde mit grosser Heftigkeit wehen. Auch bei Ras Hafun ist das Wasser noch kühler als im Juni. Die Temperatur von 18° C findet sich hier schon in 40 Sm Abstand vom Lande. Die Strömung hat südlich von dem Vorgebirge eine mittlere Geschwindigkeit von über 80 Sm und Ostnordostrichtung; der Wind weht aus Südwesten mit der mittleren Stärke 9 (Beaufort Skala). Auf dem 10. Parallel tritt ein von Osten kommendes Schiff in 53° ö. L. bereits in das kühle grüngefärbte Wasser ein. Die Temperatur sinkt dann meist von 26° auf 21° C. In der Nähe der Küste von Ras Hafun bis Kap Guardafui weichen die Strom-, Wind- und Temperaturverhältnisse von denjenigen des vorigen Monates etwas ab. Was zunächst die Winde betrifft, so haben wir gesehen, dass südlich der Breite von 10° n. die Winde längs der Küste aus Südwesten, an einigen Stellen sogar aus Westsüdwest geweht hatten. Nördlich von Ras Hafun schwenken diese Winde aber nach links ab, zunächst werden sie zu Südsüdwest-, mit zunehmender Breite sogar zu Südwinden, während man doch erwarten sollte, dass durch die Einwirkung der Rotationskraft der Erde eine Abweichung nach rechts erfolgte. Den Grund dieser Erscheinung haben wir wohl in der grossen Luftdruckdepression über den im Juli hoch erwärmten Landstrichen von

---

*) Nach den Berichten unserer Kriegsschiffe scheint die Bucht von Ras al Khyle ein ächtes Windloch zu sein, so dass ein Ankern von Schiffen im Südwestmonsun hier ausserordentlich erschwert wird. Hier wird nämlich die sonst sich mauerartig steil erhebende Somaliküste von einem Flusse, dem Wadi Nogal (3 Sm nördlich von Ras al Khyle fliesst ein anderer Fluss, der ebenfalls ein tiefes Thal besitzt und den die Eingebornen Kolule nennen, A. H. 1887, S. 135, 483.), durchbrochen, in dessen Thale der Wind weit ausholen kann, während sonst derselbe direct von den Rändern der steilen Küstenfelsen herabweht. A. H. 1886, S. 394; 1887, S. 135, 213; 1888, S. 123.

Nordostafrika und Südarabien zu suchen. Ein Blick auf eine Isobarenkarte des arabischen Meeres*) und der angrenzenden Landmassen zeigt die südlichere Lage des Luftdruckminimums im Westen gegenüber der im Osten recht deutlich. Während z. B. im Westen im 50° ö. L. die Isobare von 755,6 mm sich in 10° n. Br. findet, liegt sie im Osten etwa im 70° ö. L. bereits in 14° n. Br.; ebenso schneidet die Isobare von 754,3 mm den 50. Meridian ö. L. in 12° n. Br., die von 753,1 mm denselben Längegrad in 13° n. Br. Dagegen treffen wir dieselben Luftdruckverhältnisse im Osten erst in 18° resp. 20° n. Br. In Folge dessen ist auch im westlichen Theil des Ozeans der barometrische Gradient steiler als im östlichen und daher auch die Windstärke und Ablenkung nach Westen hin grösser.

Die Strömungen schliessen sich im Allgemeinen den Windrichtungen an. In grösserer Entfernung von der Küste treffen wir auf starke Nordostströmungen, welche das kühle Wasser von Ras Hafun bis in die Nähe der Insel Sokotra führen. Mit der Annäherung an das Land wird die Geschwindigkeit der Strömung geringer, die Richtung nordnordöstlich bis nördlich, kurz vor Kap Guardafui sogar werden zuweilen auflandige nordwestliche Ströme beobachtet.

Das kalte Oberflächenwasser verschwindet aus diesen Gründen nördlich von Ras Hafun bald und wir treffen daher im Juli auf die Erscheinung, dass der plötzliche Uebergang von kaltem zu warmem Wasser dicht vor der Höhe von Guardafui fast gänzlich verschwindet. Folgende aus dem Journal des Dampfers Europa entnommenen stündlichen Beobachtungen sind sehr geeignet, uns eine Vorstellung der thermischen Verhältnisse der Meeresoberfläche südlich und nördlich des Ras Hafun zu geben:

Datum	Breite	Länge	Temperatur der Luft	Temperatur der Meeresoberfl.
			°C	°C
11/7 4h a. m.	8°31′ N	51°34′ O	26,8°	25,9°
5	—	—	—	25,6°
6	—	—	—	25,3°
7	—	—	—	24,6°

*) Charts of the Arabian Sea and the adjacent portion of the North Indian Ocean, shewing the mean pressure, winds and currents in each month of the year. Calcutta 1889.

Datum		Breite	Länge	Temperatur der Luft °C	Temperatur der Meeresoberfl. °C
11/7	8	9°14′ N	51°32′ O	26,0°	23,5°
	9	—	—	—	22,0°
	10	—	—	—	19,2°
	11	—	—	—	17,2°
	12h	9°57′ N	51°29′ O	22,4°	18,0°
	1 p. m.	—	—	—	18,0°
	2	10°14′ N	51°27′ O	—	18,0°
	3	—	—	—	18,8°
	4	NE-Spitze v. Ras Hafun W¾S		25,0°	20,0°
	5	N-Spitze v. Ras Hafun WSW			21,8°
	6	—	—	—	22,9°
	7	—	—	—	24,2°
	8	—	—	—	24,3°
	9	—	—	26,8°	24,8°
	10	—	—	—	26,4°
	11	—	—	—	25,2°
	12	—	—	26,8°	25,3°
12/7	1 a.m.	—	—	—	26,6°
	2	—	—	—	28,2°
	3	Guardafui SzW½W		—	29,1°
	4	—	—	28,0°	29,0°

In der Strasse von Abd-al-Kuri bewegt sich westlich der Insel Sokotra eine ziemlich starke Nordnordostströmung, welche wahrscheinlich ein Zweig der Strömung ist, welche sich von der Ostküste Afrikas nach der Südseite von Sokotra wendet. Die Temperaturen dieser Strömung sind noch relativ niedrig. Westlich von Abd-al-Kuri dringen bereits Strömungen aus dem Golf von Aden in die Strasse ein; diese zeigen meist hohe Wärme. Da, wo beide Stömungen sich nähern, etwa in dem Meerestheil zwischen $12^1/_2$ und $13^1/_2{}^0$ n. Br. und 52—53° ö. L. sind Stromkabbelungen sehr häufig. Plötzliche Entfärbung des Wassers, Korallengeruch, niedere Oberflächentemperaturen und geringes spezifisches Gewicht sind hier gewöhnliche Erscheinungen.*) Also alles Faktoren, welche ein Emporsteigen von Tiefenwasser vermuthen lassen.

---

*) Die mir vorliegenden Journale zeigen ein reiches Material dieser Angaben. Temperaturen, die meist 21 ° C betragen, sind in den Stromkabbelungen häufig, während westlich davon das Meer nicht unter 27 °, östlich davon nicht unter 24 ° C erwärmt ist. Im Uebrigen siehe niederl. Atlas.

Die Nord- und Ostküste von Sokotra hat im Juli auch relativ kühles Wasser; in der Nähe des Landes beträgt die Wasserwärme nicht über 23° C, mit der Entfernung von demselben steigt die Temperatur bald um 2—3° C. Die Winde sind an der Insel meist frisch und wehen aus Südwest; die Strömungen setzen mit einer Geschwindigkeit von ca. 40 Sm nach Ostnordost. Südlich der Insel scheint der Stromwirbel, dessen Entstehung wir schon darlegten, deutlich ausgeprägt zu sein. Strömungen gehen hier nach allen Richtungen.*) Wechsel in der Farbe, dem spezifischen Gewicht und in der Meereswärme sind in diesem Meerestheile ausserordentlich häufig. Schiffe, welche den Wirbel, der sich auch durch eine sehr confuse See bemerkbar macht, bewegen sich abwechselnd in Streifen mit grüngefärbtem kühlen Wasser von geringem spezifischen Gewicht und solchen mit blauem warmen Wasser von hohem spezifischen Gewicht. Es hat den Anschein, als seien hier die früher breiten und mächtigen kalten Strömungen von der Küste Ostafrikas in einzelne schmale Bänder zerrissen, zwischen denen sich Streifen warmen Wassers eingeschoben hätten. Innerhalb dieses Gebietes von Strömungen verschiedener Richtung zeigt das Meer zwischen 9° und 10° n. Br. und 53—54° ö. L. in Bezug auf Temperaturen der Oberfläche die grössten Gegensätze.

Im Golf von Aden sind die thermischen Verhältnisse insofern gegen diejenigen des vorigen Monates andere geworden, als die mittlere Temperatur des westlichen Theils des Golfes gesunken ist.**) Die Schuld hieran trägt die grössere Ausdehnung des Auftriebwassers an der Südwestküste von Arabien und am Eingange der Strasse von Bab-el-Mandeb. Hiefür einige Beispiele***) aus den Tagebüchern holländischer Schiffe:

Breite N	Länge O	Temperatur d. Meeres °C	Bemerkungen
12°39′	43°46′	27°	
12°14′	44° 3′	25°	
12°27′	44°45′	20°	dunkelgrünes Wasser
12°42′	45°29′	23°	
12°39′	46°17′	25°	
12°37′	47° 4′	27°	

*) Niederländischer Atlas.
**) cf. Tabelle I am Schlusse der Arbeit.
***) Niederl. Atlas.

Breite N	Länge O	Temperatur d. Meeres °C	Bemerkungen
12°41′	43°26′	28,8°	
12°24′	43°57′	19,9°	
12°24′	44°38′	19°	starke Stromkabbelungen
12°37′	45°17′	21,9°	
12°45′	45°57′	27°	
12°13′	46°19′	28°	
12°15′	45′37′	24,8°	
12°12′	44°58′	22,5°	
12°12′	44°16′	19°	grün gefärbtes Wasser
12°37′	43°20′	22,0°	
13°14′	43° 0′	28°	

Als beobachtetes Minimum gibt der niederländische meteorologische Atlas die Temperatur von 17,7° C am Eingange in den arabischen Meerbusen an. Von hier aus hält sich das kalte Wasser längs der Küste Arabiens bis zur Bucht von Aden. Ostwärts dieser Stadt sind die Temperaturen immer noch niedriger als inmitten des Golfes, betragen aber schon 25° C und darüber. Oestlich von 47° ö. L. hört der Unterschied gänzlich auf. Wind und Strömung sind hier sehr schwach und weniger ablandig. Erst an der Südostküste der arabischen Halbinsel werden die Verhältnisse, soweit wir aus den uns vorliegenden Windbeobachtungen *) schliessen können, für den Auftrieb wieder günstiger. Vor allem gilt dies für die Küste von Ras Merbat bis zur Insel Mosera. Im Juli ist hier der ablandige Wind so heftig, dass er eine sehr hohe See erzeugt, so dass sich die sonst keine Furcht kennenden und mit der Handhabung der Küstenschifffahrt äusserst vertrauten Küstenbewohner während dieser Zeit nicht aufs Meer wagen.**) Wassertemperaturbeobachtungen besitzen wir leider noch nicht aus diesem Gebiet.

Im August sind die mittleren Werthe für die Oberflächentemperaturen, Winde und Strömungen fast dieselben wie im Juli. Das Minimum der Wasserwärme an der ostafrikanischen Küste fand ich ca. 15 Sm südöstlichem Abstande von Ras Hafun.

---

*) Charts of the Arabian Sea and the adjacent portion of the North Indian Ocean, shewing the mean pressure, winds and currents in each month of the year.

**) Findlay „Sailing Directory for the Indian Ocean“, p. 39.

Dasselbe beträgt 16° C;*) das Isothermenkärtchen**) der Meeresoberfläche zwischen Ras Hafun und Kap Guardafui von Strachey zeigt diese Temperatur noch 20 Sm nördlich von dem Vorgebirge. Die Zunahme der Meereswärme nördlich von Ras Hafun ist weniger rasch als im Juli.***) Die Winde sind an dieser Küste nicht mehr so heftig wie im vorigen Monat, wehen aber immer noch aus Südsüdwest bis Süd. Das Luftdruckminimum ist nach Norden gerückt; der Abfall der Isobaren nach der afrikanischen Küste ist weniger steil als im Juli. Die Strömung nördlich von Hafun ist dicht am Lande nördlich gerichtet, mit der Entfernung von demselben wird sie nordöstlich und vergrössert ihre Geschwindigkeit. Der Stromwirbel scheint seine Position mehr nach Nordwesten verlegt zu haben; vor allem sind die Gradfelder 10—11° n. Br. 52—54° ö. L. und 11—12° n. Br. 52—53° ö. L. Gebiete starker Stromkabbelungen und niedriger Temperaturen.

Die thermischen Verhältnisse des Meeres von Sokotra haben in sofern gegen die des vorigen Monates eine Aenderung erfahren, als auch die Südküste kühleres Wasser zeigt als seither; wahrscheinlich ist das eine Folge der nördlicheren Lage des Stromwirbels. An der Nord- und Ostseite der Insel sind ablandige Winde und Strömungen stärker geworden, die Ausdehnung der kühlen Temperaturen also grösser.

Im Kanal sind die Temperaturen dieselben wie im Juli, nur nordwärts desselben scheint das kühle Wasser von der ostafrikanischen Strömung tiefer in den Golf einzudringen als bisher und dort die Wasserwärme herabzudrücken.

Zum grössten Theil aber strebt das Oberflächenwasser nach der arabischen Küste, um dort in die starke der Küste parallel laufende Strömung überzugehen. Wir haben schon im Vorhergehenden die Vermuthung ausgesprochen, dass östlich von Ras Fartak der frische Südwest, welcher hier (wie die Tabelle zeigt) auch häufig aus Westsüdwest weht, in den zahlreichen nach Westen abgeschlossenen und nach Osten offenen Buchten der Küste ein Emporsteigen von Tiefenwasser verursachen müsste. Für

---

*) S. S. Europa, 28. Aug. 1886.
**) Proc. cf. the Roy. Geogr. Soc. 1888.
***) cf. Karte II.

den Monat August besitzen wir nun auch Beobachtungen aus diesem Gebiete, welche zweifellos auf einen Auftrieb schliessen lassen. Der britische meteorologische Atlas zeigt nämlich für die Meeresoberfläche längs der arabischen Küste zwischen 53° und 54° ö. L. die Temperatur von 23,3° C und zwischen 54° und 55° ö. L. eine solche von nur 22,2° C mit Schwankungen von ± 2,5°, während ringsum im Westen, Osten und Süden das Meer gleichzeitig Temperaturen besitzt, welche 3—4° höher sind.

An der Südwestküste Arabiens erreicht das kalte Wasser im August die niedrigsten Temperaturen und die grösste Ausdehnung. So beobachtete das S. S. „Prinses Marie“ am 8. August 1879, dass etwa 60 Sm südöstlich von Aden das Wasserthermometer plötzlich von 29° C, welche Wärme das Meer im Golf von Aden seit dem Passiren von Guardafui gezeigt hatte, plötzlich auf 21° C fiel und diese Temperatur bis zum Hafen von Aden beibehielt. Später, als das Schiff wieder auslief und nach der Strasse von Bab-el-Mandeb steuerte, fiel in der Nähe der arabischen Küste obige Temperatur sogar auf 18° C herunter und erst eine Zeit lang nach Passiren der Enge wurde wieder die hohe Temperatur von 30° C, die der arabische Meerbusen im Hochsommer gewöhnlich an seiner Oberfläche zeigt, gefunden.

Breite	Länge	Wassertemperatur °C
11°58′	46°44′	28,0°
12° 2′	46°36′	27,8°
12° 6′	46°27′	27,5°
12°10′	46°19′	26,2°
12°14′	46°11′	25,6°
12°18′	46° 2′	22°
12°22′	45°52′	21,8°
12°26′	45°43′	22,4°
	Aden	
12°37′	44°44′	21,0°
12°31′	44°10′	18,0°
12°43′	43°37′	25,0°
12°55′	43°11′	30,8°

In Folge der grösseren Ausdehnung des kalten Wassers wird auch die mittlere Temperatur des Golfes im Westen sehr beeinflusst und 1,6° C niedriger als die des östlichen Theiles, der

im August auch die niedrigste Wärme zeigt, während man doch das Gegentheil erwarten sollte.

Im September gewinnt an der Ostseite Afrikas das kalte Wasser nördlich von 10° n. Br. eine grössere Ausdehnung als seither; so liegt namentlich zwischen 11 und 12° n. Br. ein ausgedehntes Gebiet niedriger Wassertemperaturen. Strömungen und Winde haben überall an Geschwindigkeit nachgelassen; zwischen Ras Hafun und Kap Guardafui sind sie nicht mehr der Küste parallel, sondern ablandig. Die Winde wehen aus Südwest, die Strömungen gehen nach Nordost. Der Stromwirbel befindet sich immer noch weit im Norden, hat aber seine Position mehr nach Osten verlegt; die Gradfelder 11—12° n. Br. und 53—56° ö. L. zeichnen sich durch sehr niedere Temperaturen aus, die 2—3° C im Mittel niedriger sind, als im Osten, Westen, Süden und Norden derselben.

Ein anderes Gebiet geringer Oberflächenwärme befindet sich im Norden des Kanales zwischen 13 und 14° n. Br. und 51—52° ö. L., wo Stromkabbelungen auch sehr zahlreich sind.*) Der Golf von Aden ist überall sehr hoch erwärmt; an der Südwestküste Arabiens tritt im Anfang September kaltes Wasser gelegentlich noch an die Oberfläche, verschwindet aber später. Nur das Wasser in der Perim-Strasse ist etwas weniger warm, als am Ausgange und Eingange in dieselbe. Eine Beobachtungsreihe in der Nähe des Landes zeigte:

In	12°55′ n. Br. 43°10′ ö. L.	Wasserwärme	33° C
„	der Perim-Strasse	„	28,8° „
„	12°33′ n. Br. 44°36′ ö. L.	„	30,0° „

Der Monat Oktober bildet im arabischen Meere die Uebergangszeit der Monsune. Während in der ersten Hälfte des Monates der Südwestmonsun fast noch überall vorherrscht, gelangt gegen Ende Oktober bereits der Nordostmonsun zur Entwickelung. Beide Winde werden jetzt von häufigen Stillen und heftigen Orkanen unterbrochen, so dass der Oktober neben dem April, in dem ähnliche Verhältnisse herrschen, die für die Schifffahrt im indischen Ozean ungünstigste Zeit ist. Die Strömungen sind in grösserem Abstande von der Küste sehr unregelmässig. Südlich von Ras Hafun setzt der Strom nordnord-

*) Niederl. Atl.

ostwärts mit verschiedener Geschwindigkeit. Dicht vor dem Kap wird häufig noch eine Strömung von Ostnordostrichtung von grosser Geschwindigkeit angetroffen; so fand Korv.-Kpt. Langemak, Kommandant von S. M. Kbt. „Hyäne“ zwischen 9°54,2′ n. Br. 51°3,4′ ö. L. und 10°27,4′ n. Br. 53°56,5′ ö. L. einen Strom von N 70° E-richtung und 132 Sm Geschwindigkeit, weiter in See setzte die Strömung nach Südost.*) Nördlich von Hafun läuft in der Nähe des Landes eine nördliche bis nordnordwestliche Strömung, welche sich auch durch den Kanal weiter nach Norden hin fortsetzt. Die Temperaturen sind dicht an der Küste noch sehr niedrig, wie folgender Auszug aus dem Journal S. M. Kr. „Möve“ zeigt:

Datum		Breite	Längé	Temperatur der Luft	Meeresoberfl.
1887				°C	°C
6/10	12h.	11°58′	50°38′	30,4°	29,0°
	4	—	—	28,2°	28,6°
	5	—	—	27,6°	28,0°
	6	—	—	27,0°	25,0°
	7	—	—	26,2°	24,0°
	8	—	—	25,4°	22,4°
	9	—	—	25,4°	22,0°
	10	—	—	—	22,0°
	12	—	—	—	21,1°
7/10	4	—	—	24,6°	21,0°
	8	—	—	24,0°	19,5°
	12h.	10°23′	51°22′	25,6°	21,0°
	4	—	—	24,8°	21,0°
	8	—	—	25,0°	21,2°
	12	—	—	24,8°	20,5°
8/10	4	—	—	24,8°	20,8°
	8	—	—	25,0°	20,8°
	12	9°36′	50°51′	25,0°	22,0°
	4	—	—	25,5°	22,4°
	8	—	—	25,0°	21,8°
	12	—	—	24,2°	21,8°
		Ras al Khyle		25,9°	22,5° **)
20/10	12h.	6°34,2′	50°23,6′	25,6°	24,8°
21/10	12h.	4°33,7′	51°11′	27,8°	25,8°

Mit der Entfernung vom Lande nimmt die Meereswärme ausserordentlich rasch zu und zwischen 9° und 12° n. Br., in

*) A. H. 1887, S. 137.

**) Das Mittel aus den Messungen innerhalb 7 Tagen (11. bis 18. Okt.).

welchen Breiten in den vorhergehenden Monaten kühles Wasser noch 200 Sm vom Lande angetroffen wurde, findet sich jetzt schon in 50 Sm Abstand überall die Temperatur von 25° C. Auf dieser raschen Zunahme der Oberflächentemperaturen mit der Entfernung von der Küste beruht es auch, dass von vielen Schiffen das plötzliche Fallen des Wasserthermometers zwischen Ras Hafun und Kap Guardafui nicht mehr beobachtet wird. Diese Schiffe haben sich dann gewöhnlich zu weit von der ostafrikanischen Küste entfernt gehalten. Im Kanal sind die Temperaturen in der Nähe von Guardafui noch kühl zu nennen; das Mittel der Wasserwärme des ganzen Kanales ist 1,1 ° C höher als das des vorigen Monates; der Einfluss der aus dem Golf kommenden warmen Strömungen ist eben schon sehr gross. Nördlich des Kanales werden Strömungen von allen Richtungen beobachtet; am häufigsten haben sie nordwest- bis nordnordwestliche Richtung. Hier findet sich ein Gebiet häufiger Stromkabbelungen. Ferner sind diese auch im offenen Ozean jetzt sehr häufig, wie z. B. zwischen 10° u. 11° n. Br. und 54—57° ö. L.; hier ist das Meer im Mittel um 2° C kühler, als in den angrenzenden Gebieten. Längs der arabischen Küste sind im Oktober die Winde beständig wechselnde Land- und Seebrisen; Strömungen werden kaum beobachtet, daher verschwinden hier die kühlen Oberflächentemperaturen.

Werfen wir im Anschluss hieran noch einen Blick auf die Wind-, Strömungs- und Temperaturverhältnisse des westlichen arabischen Meeres zur Zeit des Nordostmonsuns, so können wir uns hierbei kurz fassen.

Durch die rasche Abkühlung der Landmassen im Norden des arabischen Meeres in Folge der grossen Ausstrahlung wird, wie bekannt, über den Hochländern von Arabien, Iran und Hindostan diesseits des Himalaja ein Luftdruck-Maximum erzeugt, während über dem südlicher gelegenen Meere durch die weniger rasche Abgabe der Oberflächenwärme der Luftdruck weniger schnell zunimmt. Dies hat zur Folge, dass zum Ausgleich dieser Unterschiede die Luftmassen in den unteren Schichten im nordhemisphärischen Winter vom Land nach dem Meere hin sich bewegen. In der arabischen See setzt dieser Monsun, welcher nebenbei einen ausgezeichneten Passatcharakter trägt, Ende Oktober ein. Von November bis März weht ein trockener

kühler Schönwetterwind im offenen Meere ohne wesentliche Unterbrechung in Nordostrichtung und zwar erstreckt er sich bis zum Aequator und über diesen hinaus, indem Nordostwinde bis in den Mozambique-Kanal verspürt werden. Das Wetter ist während dieser Zeit schön und wird nur ausnahmweise durch Böen gestört. Im November und Dezember ist der Monsun am frischesten und zwar nimmt seine Stärke zu, je weiter man nach Westen kommt. Im Januar und Februar sind die Winde mässiger, als in den vorhergehenden Monaten. Im März und April hört der Monsun auf, regelmässig von Nordost zu wehen, er nimmt vielmehr eine nordwestliche Richtung an und wird häufig durch Stillen unterbrochen.

In der Nähe der Küsten erleiden diese Verhältnisse einige Modifikationen. So sollen an der Südostküste Arabiens im Januar auflandige Winde von Südostrichtung zwischen den Kuria Muria-Inseln und der Insel Mosera herrschen und nicht, wie man vermuthen sollte, ablandige Nordostwinde. In der übrigen Zeit sollen die Winde hier beständig in ihrer Richtung wechseln.*)

Im Golf von Aden sind die Winde ebenfalls sehr unregelmässig. In der Mitte desselben herrschen Ostnordost- bis Ostwinde vor, deren Geschwindigkeit nach Westen hin zunimmt. Bei der Annäherung an die Strasse von Bab-el-Mandeb gehen die Ostwinde auf Südost über und verfolgen diese Richtung bis tief in den arabischen Meerbusen hinein, wo sie etwa in 19° n. Br. mit den vom Mittelmeer kommenden Nordwestwinden zusammentreffen. Die Geschwindigkeit dieser Nordostwinde ist ziemlich gross und zwischen der Perim-Strasse und 20° n. Br. trifft man häufig heftige Böen. **)

An der Ostküste von Afrika sind die Winde auflandig; sie haben meist Nordostrichtung; ihre Geschwindigkeit ist aber lange nicht so gross, als die der Winde zur Zeit des Südwestmonsuns.

Die Strömungen im Nordostmonsun sind meist sehr unregelmässig und schwach.

An der arabischen Küste fehlen dieselben in der Nähe des Landes entweder gänzlich oder da, wo sie vorhanden, besitzen

---

*) Dallas W. L. Memoir on the winds and monsoons of the Arabian Sea and North Indian Ocean. Calcutta 1887.

**) Proc. of the Roy. Geogr. Soc. 1888, S. 705.

sie eine geringe Geschwindigkeit und eine der Küste parallele Richtung. Im Golf von Aden laufen die Strömungen nach allen Richtungen hin; in der Mitte desselben herrschen Westströmungen vor. In der Nähe des Einganges in den arabischen Meerbusen lenken die Winde die Strömung nach Nordwesten ab und treiben das Wasser in die Strasse von Bab-el-Mandeb hinein. Die mittlere Geschwindigkeit dieses Stromes beträgt etwa 74 km im Etmal*), ist also ziemlich bedeutend. Diese Strömung erklärt uns eine eigenthümliche Erscheinung, welche zur Zeit des Nordostmonsuns in der Oberflächenwärme des Rothen Meeres herrscht. Vom Dezember bis Februar macht man nämlich die Beobachtung, dass etwa von der Mitte des arabischen Meeres aus nach Süden zu die Wärme des Wassers trotz abnehmender Breite geringer wird und dass besonders bei Annäherung an die Perim-Strasse ein Fallen in den Oberflächentemperaturen gewöhnlich eintritt. Passirt man dann die Enge von Bab-el-Mandeb und gelangt in den Golf von Aden, so steigt die Wasserwärme wieder um 2—3° C, woraus deutlich hervorgeht, dass nicht das aus dem Golf in den arabischen Meerbusen strömende Wasser die Depression erzeugt. Ohne Zweifel haben wir hier wieder einen Fall einer Auftrieberscheinung, welche, ähnlich wie in der Strasse von Gibraltar, dadurch zu Stande kommt, dass die Strömung in dem südlich engen Theile des Rothen Meeres das Oberflächenwasser von der arabischen Küste aspirirt und auf diese Weise dicht unter Land eine vertikale Circulation veranlasst. Zwar ist die Depression in der Meereswärme lange nicht so stark als in der Enge von Gibraltar, denn dafür besitzt das Rothe Meer in seinen Tiefen eine viel zu grosse Wärme (die Bodenwärme beträgt hier 21,4° C)**); immerhin ist sie doch so gross, dass sie in der Strömung noch bemerkbar. Aus einer Reihe von Schiffsjournalen habe ich unter Berücksichtigung der Angaben des englischen Temperaturatlasses die mittlere Temperatur für die Meeresoberfläche zwischen je zwei Breitegraden in den Monaten Dezember bis Februar berechnet und für die Mitte des Meeres gefunden:

---

*) Red Sea Pilot, S. 7.

**) Boguslawski, Handbuch der Oceanographie, S. 316.

Breite	Dezember	Januar	Februar
	°C	°C	°C
Perimstrasse	25,0°	25,0°	24,5°
13°—15° N	25,7°	25,2°	25,5°
15°—17° N	27,2°	26,3°	26,0°
17°—19° N	28,0°	27,4°	25,0°
19°—21° N	26,5°	26,3°	25,0°
21°—23° N	25,0°	25,0°	24,5°
23°—25° N	24,6°	24,5°	23,0°
25°—27° N	23,0°	23,0°	21,5°
27°—29° N	20,0°	19,0°	18,0°

Auch zur Zeit des Südwestmonsuns muss an der arabischen Küste in der Nähe der Perim-Strasse kälteres Oberflächenwasser sich finden, als an der gegenüberliegenden afrikanischen Küste; leider besitzen wir hierüber noch keine Messungen und nur die dichten Nebel, welche in dem südlichen Theil der Tihâma aufsteigen, lassen auch zu dieser Zeit relativ kaltes Küstenwasser vermuthen. Die Ursache dieses Auftriebes ist dann die in den Golf von Aden gehende Strömung. Dass diese Oberflächenwasser aspirirt, das zeigt schon die Strömung, welche sie an der arabischen Küste erzeugt und die ich in der Karte*) auch angedeutet habe.

Im Kanal von Abd-al-Kuri sind die Strömungen zur Zeit des Nordostmonsuns namentlich im Dezember sehr unregelmässig und erzeugen eine äusserst konfuse See. Aehnlich ist es im März. In der übrigen Zeit treffen wir hier meist Nordostströmungen an, welche zum Theil nach Westen, zum Theil nach Osten abweichen. Südwestströmungen werden auch beobachtet, sind aber selten.

Im Meer von Sokotra setzt die Strömung im Allgemeinen nach Westen; in den ersten Monaten des Nordostmonsuns nach Südwest, später nach Nordwest.

An der Ostküste Afrikas läuft die Strömung dicht unter Land nach Norden, Nordnordost und Nordwesten; die Geschwindigkeit derselben ist sehr gering. S. M. S. „Sophie“ machte hier auf einer Reise von Aden nach Zanzibar in der ersten Hälfte des Dezember 1886 folgende Beobachtungen:**)

---

*) Karte I.
**) A. H. 1887, S. 141.

Breite	Länge	Strom Richtung	Strom Stärke Sm pr. 24 Std.
12°16,8′ N	47°52,4′ O	N 29° E	11,3
12°04,3′ „	51°04,8′ „	N 8° E	11,5
9°08,9′ „	52°43,1′ „	S 79° W	30,0
6°25,4′ „	52°05,3′ „	N 81° W	14,0
4°25,1′ „	51°25,3′ „	N 59° W	32,0
3°25,6′ „	49°56,2′ „	N 16° W	34,0
1°31,6′ „	48°15,4′ „		

Weiter von der Küste ab treffen wir meist auf Südwestströmungen, welche bis über den Aequator bemerkbar sind. Diese bewirken Versetzungen von 24, vielfach 48 und 60 Sm im Etmal.*)

Was nun die Temperaturen der Oberfläche des westlichen arabischen Meeres im Nordostmonsun angeht, so ist die Wasserwärme ziemlich gleichförmig über das ganze Gebiet vertheilt. Die auffallenden Unterschiede, welche wir im Südwestmonsun in der Wärme der Meeresoberfläche in der Nähe einiger Küstenstriche und derjenigen in grösserer Entfernung von diesen beobachteten, sind jetzt gänzlich verschwunden.

Während in den im Sommer normal erwärmten Meerestheilen die Temperatur entsprechend der kühleren Jahreszeit gesunken ist, zeigen die Küstenwasser im Bereich des Auftriebes im Südwestmonsun jetzt wesentlich höhere Wasserwärme.**)

Nur an einer Stelle, ausser der schon erwähnten im südlichen Theil des arabischen Meerbusens, können wir auch im Nordostmonsun ein Gebiet mit vertikaler Circulation konstatiren. An der nordafrikanischen Küste zwischen Kap Guardafui und Ras Alula, da, wo wir gesehen haben, dass eine Strömung in nordöstlicher Richtung vom Lande abschwenkt, finden sich auch in der kühlen Jahreszeit abnorm niedrige Temperaturen. Das holländische Schiff „Princes Amalie“ ***) beobachtete hier im November 1882 bei Annäherung und Entfernung vom Lande ausser einer beständigen Aenderung in der Meeresfarbe, dem eigenthümlichen Korallengeruch und einem raschen Wechsel in der Oberflächenwärme auch die Thatsache, dass in dem kalten

---

*) Krümmel, Oceanographie II, S. 468; Attlmayr, I, S. 510.
**) Vgl. Tabelle für die Oberflächentemperaturen.
***) Niederländ. Temp.-Atlas.

Wasser das Meer in der Tiefe von $5^1/_2$ m wärmer war als an der Oberfläche, womit also der direkte Beweis einer vertikalen Circulation gebracht war. Die angestellten Temperaturmessungen ergaben nämlich:

	Temperatur des Meeres			
	9h.	$9^1/_2$h.	$10^1/_2$h.	4h.
In 0 m Tiefe	20,7°C	19,7°C	19,4°C	24,7°C
„ $5^1/_2$ m „	25,6°C	19,8°C	21,5°C	27,0°C

Ueber die klimatischen Verhältnisse der Küstengebiete des westlichen arabischen Meeres, welche wir noch mit einigen Worten berühren wollen, sind wir bis jetzt noch fast gar nicht unterrichtet, da von meteorologischen Aufzeichnungen aus diesen Gebieten heute nur noch einige wenige meist ganz allgemein gehaltene Berichte von Forschungsreisenden bekannt sind. Längere Zeit sind in dem ganzen Gebiet der westlichen Begrenzung des nordindischen Ozeans nur die Lufttemperaturen von Aden*) beobachtet. Diese Stadt liegt jedoch bereits ausserhalb des Einflusses des kalten Küstenwassers und zeigt ihrer eigenthümlichen Lageverhältnisse halber ziemlich hohe Mittelwerthe.

Für die Gebiete im Bereiche des Auftriebes sind wir zur Zeit noch gänzlich auf die Angaben der meteorologischen Schiffsjournale, welche hier geführt wurden und von denen wir einen grossen Theil erwähnt haben, angewiesen. Es ist daher erklärlich, wenn wir auf Grund dieser geringen Anzahl von Beobachtungen nur einige allgemeine Bemerkungen über die thermischen Verhältnisse der Luft in den Kaltwassergebieten hier anführen wollen.

An der Ostseite von Afrika von Kap Warscheik bis zum Kap Guardafui herrscht, wie dies aus den abnorm niedrigen Temperaturen des Küstenwassers und den grossen Depressionen in der Luftwärme, welche die angeführten Auszüge aus den Journalen zeigen, zu schliessen ist, in den dem Meere nahegelegenen Landstrichen zur Zeit des Südwestmonsuns, von Mai bis Oktober, ein für diese Breiten ausserordentlich gemässigtes Klima, welches wahrscheinlich demjenigen der Küste von Nordwestafrika, welches wir schon besser nach dieser Richtung hin kennen, sehr ähnlich sein muss. Als Kapitän z. S. P. Hoffmann zum ersten Male von Zanzibar aus die Somaliküste besuchte,

*) Hann, Handbuch der Klimatologie, S. 261.

berichtet er schon von dem grossen Unterschied in den Klimaten dieser Küsten:*) „Die Somaliküste unterscheidet sich scharf von der Zanzibarküste; im Vergleich zu Zanzibar herrscht hier ein sehr angenehmes Klima. Trockene Luft, kühle Nächte.“ Bei einem späteren mehrtägigen Aufenthalte in der Bucht von Ras al Khyle machte derselbe Offizier, wie wir uns erinnern, die Beobachtung, dass im Juli hier das Lufthermometer auch zur Zeit des höchsten Sonnenstandes kaum 20° C überstieg, so dass man sich gerne der Tropensonne um die Mittagszeit aussetzte. Auch im Oktober beobachtete Kapitän z. S. Boeters bei diesem Vorgebirge, trotzdem der Auftrieb in diesem Monat, wie wir gesehen haben, lange nicht mehr so stark ist als in den vorhergehenden, immer noch eine für die Zeit und Breite des Ortes abnorm niedrige Luftwärme. Aus dem Tagebuch S. M. Kr. „Möve“ fand ich für die Zeit vom 11.—18. Oktober eine mittlere Temperatur von 24,5° C. Im nordhemisphärischen Winter sind an der Somaliküste die Temperaturen bedeutend höher; die Zeit des Südwestmonsuns ist also hier die kühle, die des Nordostmonsuns die warme Jahreszeit. Noch grösser als bei Ras al Khyle müssen die Depressionen in der Luftwärme in der Nähe von Ras Hafun sein, da hier auch die niedrigsten Temperaturen im Küstenwasser von Nordostafrika sich finden. Für ein sehr kühles Klima sprechen hier die fast ständigen dicken Nebel, welche von Ras Hafun bis Guardafui das Land gewöhnlich verhüllen und dem Seemann ausserordentlich lästig werden. Zahlreiche Wracks legen Zeugnis für die grosse Gefahr ab, welche hier der Nebel im Verein mit hohem Seegang erzeugt. Von 1876 bis Juli 1882 sind in der Nähe von Ras Hafun allein 7 Schiffe untergegangen und 3 gestrandet.**)

Da nun der Schnellverkehr zwischen Indien und Europa (Bombay-Aden-Suez) zur Zeit des Südwestmonsuns ohne grösseren Aufwand von Kraft und Zeit die Nähe der afrikanischen Küste zwischen Ras Hafun und Ras Guardafui trotz der grossen Gefahren nicht gut meiden kann und der Kurs wegen der beständigen Unsichtigkeit des Wetters durch Ortsbestimmung auf astronomischem Wege oder vermittelst Landpeilungen nicht be-

---

*) A. H., 1886.

**) Africa Pilot III, Notice No. 1, S. 21.

stimmt werden kann, so hat man sich neuerdings nach anderen Orientirungsmitteln umgesehen. Der schon früher erwähnte Kapitän Arnold R. Weston Bey hat auf Grund seiner Erfahrungen, welche er innerhalb 20 Jahren auf seinen Fahrten nach Indien gesammelt hat, eine Segelanweisung aufgestellt, die sich auf die auffallende Aenderung der Oberflächentemperaturen, Wind- und Strömungsverhältnisse in der Nähe der afrikanischen Küste stützt;*) dieselbe lautet etwa:

Die beiden Hauptpunkte, auf deren Kenntniss es dem Schiffsführer ankommen muss, wenn er von Osten her das Kap Guardafui passiren will, sind:

1. Der Zeitpunkt, zu dem er den Meridian von Ras Hafun passirt.
2. Das Passiren des Breitenparallels von Kap Guardafui.

Befindet er sich auf dem erstgenannten Meridiane, so weiss er, dass er (rechtweisend) Nord steuern muss; hat er dagegen den Parallel von Kap Guardafui passirt, so kann er in den Golf von Aden steuern. Von Osten kommend, d. h. von den Malediven aus den Ozean in 4° bis 5° n. Br. durchquerend, wird man zwischen 57° und 54° ö. L. Stärke und Richtung des Windes, der See und des Stromes sehr veränderlich finden, bis man den sogenannten Wirbel (Twirl) passirt hat; hierauf fangen mit abnehmender Länge Wind, See und Strom an, nach der Monsungrenze (NE und SW) hin stetiger zu werden, gleichzeitig an Stärke zunehmend, während die Wassertemperatur abnimmt. Mit wenigen Ausnahmen sind täglich astronomische Observationen möglich, bis die volle Stärke des Monsuns erreicht ist.

Sobald man die Linie AB der Kartenskizze**) passirt hat, fängt der Wind an nach Süden zu drehen, die See nimmt ebenfalls die Richtung des Windes an und wird südlicher; der Strom wird entsprechend nördlich.

Man notire nun a) die Zeit des Beginnes der Aenderung in der Windrichtung und die Fahrt des Schiffes.

Weiter westwärts gelangend auf Ras Hafun zu, gehen Wind und See weiter herum; sobald dieselben bis auf Süden gegangen sind, ist sofort Nord zu steuern.

---

*) A. H. 1887, S. 245.
**) Karte No. I.

Man notire alsdann b) die Zeit, wenn man die Linie AC, den Meridian von Ras Hafun, passirt.

Mit Hilfe des Unterschiedes dieser beiden Zeiten, dem gesteuerten Kurs während desselben und der Fahrt kann man sehr angenähert seine Position, d. h. die Breite auf der Linie AC festlegen. Man darf auf keinen Fall Wind und See weiter östlich wie Süd kommen lassen. Sollte dies doch eintreten, so befindet man sich zu weit westlich und muss Nordost steuern, bis Wind und See wieder Süd sind, worauf der Nordkurs wieder aufgenommen werden kann. Hierin liegt zunächst das Geheimniss der Sicherheit des Schiffes. Denn ehe man die Küste berührt, gehen Wind und See allmählich von Süd nach Südsüdost und bei geringer Entfernung noch weiter nach Osten herum. Die Meridiane von Ras Hafun und Kap Guardafui liegen freilich nur 7 Sm von einander entfernt, jedoch wird der oberhalb Ras Ali Besh Quail abschwenkende Strom das Schiff stets von der Küste ab und nicht dem Lande zu setzen.

Nachdem man die Linie AC erreicht hat und in derselben Nord steuert, mit Wind und See recht von achtern, muss man sehr genaue Obacht auf die Wassertemperaturen geben. Hierzu sollte man das Wasser vom Vorschiff aus aufschlagen und ein zuverlässiger Offizier mit einem Thermometer daselbst postirt werden; man wird voraussichtlich eine Temperatur von 19,5° C an aufwärts finden. Wenn dieselbe bis auf 25,5° C gestiegen ist, sollte man jede Viertelstunde Messungen machen. Bei 27,8° C befindet man sich in der Linie ED d. h. auf dem Breitenparallel von Kap Guardafui. Kurz darauf, bei Nacht etwa nach einer Stunde, kann man in den Golf von Aden halten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass am Tage das erste wirklich auszumachende Land Ras Bonah (Alula) einige 20 Sm westlich von Kap Guardafui sein wird.

Diese Segelanweisung ist nun in den letzten drei Jahren namentlich von Offizieren unserer Kriegsmarine auf ihre Richtigkeit geprüft worden und es hat sich dabei herausgestellt, dass die von Weston Bey gemachten Angaben über Strömungs- und Windrichtung nicht immer so zuverlässig sind, um ihnen die von oben genanntem Kapitän hervorgehobene Bedeutung zuertheilen zu können. Wohl aber haben alle Beobachtungen der Oberflächentemperaturen gezeigt, dass diese sehr geeignet sind,

dem praktischen Seemann ein sicheres Orientirungsmittel auf dem Meere längs der Küste von Ras Hafun bis Kap Guardafui an die Hand zu geben; zumal wenn man wie Korvettenkapitän Valette, Kommandant S. M. S. „Carola“, das Tiefloth noch fleissig benutzt. Aus seinem Bericht über eine Reise von Zanzibar*) nach Aden und zurück entnehme ich folgende Stelle:

„Beim Ansteuern des Kap Guardafui habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass mit dem Tiefloth und dem Messen der Wassertemperaturen sich beim unsichtigsten Wetter das Kap Guardafui umschiffen lässt. S. M. S. „Carola“ ging nachts bei diesigem Wetter und starkem Sturm so lange mit NNW$^1/_2$W Kurs auf Land zu, bis das Land mit 117 m Wasser Grund Korallen angelothet wurde, steuerte hierauf rechtweisend Nord, lothete alle Viertelstunde und stellte hierauf Wassertemperaturen fest. Als letztere die von Kapitän Weston Bey angegebene Höhe von 27,8° C erreicht hatte, wonach sich das Schiff auf dem Breitenparallel von Guardafui befinden sollte, gab auch kurz darauf das Loth Tiefen von über 200 m an, ein Zeichen, dass die Bank nordöstlich von Kap Guardafui passirt war und in den Golf von Aden eingelaufen werden konnte. Nachdem der Kurs noch eine Stunde beibehalten, wurde derselbe auf NNW$^1/_2$W geändert und es kam auf diesem Kurse beim Hellwerden das Kap Aluleh querab in 17 Sm Abstand in Sicht.“

Da mir nun ein reichliches Material von Beobachtungen der Oberflächenwärme des Küstenwassers von Ras Hafun bis Ras Asir vorliegt (darunter einige Reihen stündlicher Messungen), ferner die Temperaturen des Meeres zwischen beiden Vorgebirgen in den einzelnen Monaten des Südwestmonsuns verschieden, was Weston Bey nicht bemerkt, so habe ich für die Monate Juni-September die Mitteltemperaturen des Meeres längs des Meridianes von Ras Hafun für je 10 Sm Abstand berechnet und in die Kärtchen auf Tafel II eingetragen. Darunter stehen jedesmal die Tiefen (in Meter) an den betreffenden Stellen.**)

Auch an der Südküste von Arabien erzeugt das stellenweise vorkommende Auftriebwasser neben relativ niederen Luft-

---

*) A. H. 1889, S. 474.

**) Die Tiefenangaben sind der neuesten Admirality chart of the Gulf of Aden, Sheet I, Eastern portion 6 A, 1888, entnommen.

temperaturen starken nächtlichen Thaufall und häufige Nebel. So kannten und fürchteten schon die griechischen Ostindienfahrer der römischen Kaiserzeit die Nebel in der Umgebung der Kuria-Muria Inseln und an der gegenüberliegenden Küste Arabiens.*) Ueber die „dicke Luft“ (wie der deutsche Seemann den Nebel nennt) berichtet ferner Ritter zu wiederholten Malen. So heisst es an einer Stelle: **)

„In der Nähe der Kuria-Muria Inseln trübt sich beim Beginne der Nord- wie der Südwinde die Atmosphäre und verdichtet sich.“ An einer anderen:***) „Ostwärts von Cane, wo das Land weit zurückweicht, folgt ein sehr tiefer langer fortlaufender Busen, der Sachalites genannt, und das gebirgige Weihrauchland; dieses ist schwer zugänglich mit dicker nebliger Luft.“

Ueber das Klima von Hadramaut schreibt Wellsted:†)

„Das Wetter ist gewöhnlich neblicht, aber weder die Hitze noch die Kälte so gross wie auf dem arabischen und persischen Golf. Sonderbar ist es, dass diese arabische Küste, die doch im Allgemeinen dieselbe natürliche Beschaffenheit zeigt und dieselben Monsunperioden hat, wie die indischen Küsten, in Betreff der Witterung so ganz verschieden sind.“

An der Südwestküste von Arabien gewinnen die durch das kalte Oberflächenwasser erzeugten Nebel sogar eine grosse wirtschaftliche Bedeutung, indem von ihnen der Anbau des für die Landschaft Yemen so ausserordentlich werthvollen Kaffeebaumes abhängig ist. E. Glaser, der bekannte Reisende in Südarabien, bemerkt hierüber an einer Stelle seiner Schilderung einer Reise von Hodeida nach San'â:††) „Der Kaffeebaum kommt nur an solchen Stellen gut fort, die sich ganz eigenartiger Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse erfreuen. Der Westserât und wie es scheint auch die Bergabhänge gegen den Golf von Aden besitzen diese. Denn jeden Morgen steigt von Tihâma, welche bis dahin wie in ein Wolkenmeer gehüllt war, ein wohlthuender äusserst feuchter Nebel direkt gegen die Berge auf, welche er

---

*) Vgl. Periplus Maris Erythraei § 29.

**) Ritter, Asien, Bd. 12.

***) Ritter, a. a. O. 333.

†) Wellsted, Reisen in Arabien, deutsche Bearbeitung von Prof. Dr. Rödiger, Bd. II, S. 347.

††) Petermanns Mittheilungen, 1886, S. 34.

gegen Mittag erreicht. Die Mittagsonne, welche ja auch der Kaffeepflanze nicht besonders zuträglich ist, verliert an Heftigkeit und ein lebenspendender Thau erquickt die Blätter. Der Reisende kann wohl manchmal unwillig werden über diese plötzlich hereinbrechende Feuchtigkeit, die selbst die Kleider zu durchdringen vermag. Allein der Kaffeebauer dankt seinem Gott, wenn er eine recht dichte 'Umma oder Sukheimâni (so nennt man diese Erscheinung) aufsteigen sieht, denn sie bringt ihm Segen und Reichthum. Da die 'Umma niemals den Kamm des Gebirges überschreiten, so ist es begreiflich, dass auf dem Kamme und auf dem Ostabhange des Serât, wo ausserdem eine geradezu unglückliche Trockenheit der Atmosphäre herrscht, die Kaffeepflanze nicht fortkommt."

An den übrigen Auftriebküsten, auf denen ungünstige Bodenverhältnisse eine ausgedehntere Entwickelung von Vegetation unmöglich machen, ist das kalte Küstenwasser fast die einzige Nahrungsquelle zahlreicher Volksstämme. In sämmtlichen Kaltwassergebieten des arabischen Meeres herrscht nämlich ein ganz erstaunlicher Fischreichthum, der denjenigen an der nordwestafrikanischen Küste noch bei Weitem übertrifft. An verschiedenen Stellen der arabischen Küste wird z. B. eine Reihe von wohlschmeckenden Fischen in so ungeheurer Menge gefangen, dass nicht nur die Küstenbewohner das ganze Jahr hindurch ausschliesslich davon leben, sondern dass auch das Vieh damit gefüttert wird und die Felder mit dem Ueberfluss gedüngt werden.*) Fast alle Insel- und Küstenbewohner des westlichen arabischen Meeres sind daher Fischervölker, welche oft mit den primitivsten Geräthschaften ungeheure Mengen von Fischen fangen. So bedient sich an der arabischen Küste der Fischerstamm der Dscheneba, welcher den grösseren Theil der Gegend südlich von Beni Ali bis zum Kap Isolette bewohnt, als Fahrzeug eines aufgeblasenen Schlauches oder auch zweier, die durch ein flaches Brett verbunden sind. Auf diesem unsicheren Nothbehelf von Fahrzeug setzt sich der Fischer und wirft entweder

*) Dass den Alten schon der erstaunliche Fischreichthum des arabischen Meeres wohl bekannt gewesen ist, das erhellt aus dem Umstande, dass von ihnen zwei Völker, von denen das eine in dem heutigen Beludschistan, das andere in Aethiopien wohnte, nach ihrer Ernährungsweise nicht anders als Ichthyophagen bezeichnet wurden.

ein kleines Handnetz aus, oder er setzt Angel und Leine in Bewegung. Auf diese oft sehr gefährliche Weise werden nicht nur alle Fische für den eigenen Bedarf gefangen, sondern auch grosse Mengen für den Transport ins Innenland, wohin sie getrocknet oder gesalzen gebracht werden.*)

Eine der ertragsreichsten Küsten muss die von Oman sein. Bereits Marco Polo**) erwähnt den grossen Fischreichthum dieses Gebietes. Es heisst bei ihm u. a.: „Die Küstenbewohner von Oman besitzen Fische in grossem Ueberfluss und namentlich eine Menge von Thunfischen bedeutender Grösse; sie sind hier so zahlreich, dass man zwei grosse Fische für einen venetianischen Silbergroschen kaufen kann. Dabei lebt ihr ganzes Vieh, Pferde, Ochsen und Kameele nur von kleinen Fischen, denn eine andere Nahrung erhalten sie nicht.“

Auch die Küste von Ostafrika war seit frühen Zeiten das Ziel zahlreicher arabischer Fischer. In der Bucht von Ras Hafun pflegen noch heute sich häufig ganze Fischerflotten aufzuhalten. Der Fischreichthum beginnt an dieser Küste mit der Warscheik-Bank; hier wurden von einem englischen Schiff gelegentlich in vier Stunden 400 Pfund Fische, von denen jeder ein mittleres Gewicht von 19 Pfund hatte, nur mit Leine und Angel gefangen.***) Aehnliche Fälle werden von Ras Hafun und Kap Guardafui berichtet; der Africa Pilot, Findlays „Sailing Directory for the Indian Ocean“ und Richard Brenners „Perlen- und Fischhandel des persischen Golfes“ †) enthalten die näheren Angaben über Ausdehnung und Ertrag der Seefischerei an den Küsten des westarabischen Meeres.

Nachtrag.

Zu S. 2 Z. 9 v. u.: Auch die Oberflächentemperaturen, welche A. Hettner („Das Klima von Chile und Westpatagonien“, Bonn 1881, S. 50 ff.) auf Grund der Meteorological papers für das Meer längs der westpatagonischen und chilenischen Küste giebt, lassen deutlich die Erscheinung erkennen, dass hier die Meeresoberfläche keine abnormen Temperaturverhältnisse besitzt. Die Küstenströmung längs der oben genannten Gebiete ist, wie ein Vergleich der Luft- und Wassertemperaturen zeigt, ein thermisch neutraler Strom.

S. 28 Z. 8 v. o. lies: Untiefen, statt: Schaalthieren.

*) Wellsted, a. a. O., Bd. I, S. 59, 132, 215.

**) Yule, Travels of Marco Polo chapt. XXXVII, p. 439, 440.

***) Africa Pilot III, S. 396.

†) Pet. Mitth. 1873, S. 37.

Oberflächentemperaturen an der Westseite des nördlichen indischen Ozeans.*)

	Breite	Länge	Zeit des Nordostmonsuns				Uebergangszeit	Zeit des Südwestmonsuns				Uebergangszeit
			Dezbr.	Januar	Febr.	März	April	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.
	N	O	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1. Golf von Aden												
a. Westlicher Theil . .	12—13°	43—46°	25,5°	25,0°	25,2°	25,7°	27,5°	30,0°	27,4°	26,7°	29,7°	29,0°
b. Oestlicher Theil . .	11—13½°	46—51°	25,1°	25,0°	24,9°	26,0°	27,4°	30,0°	29,0°	28,3°	29,6°	28,6°
2. Kanal von Abd-al-kuri	12—13½°	51—53°	25,2°	24,9°	25,0°	26,5°	27,9°	28,4°	26,0°	25,8°	24,9°	26,0°
3. Meer von Sokotra . . .	12—13½°	53—56°	25,3°	25,0°	24,5°	26,4°	27,9°	27,2°	25,0°	23,9°	24,5°	26,1°
4. Küstenwasser von Ostafrika	9—12°	51—53°	25,4°	24,9°	25,0°	26,4°	28,3°	24,5°	22,0°	22,5°	23,4°	25,7°
5. Offener Ozean												
a. Nördlicher Theil . .	9—12°	53—57°	26,0°	25,2°	25,4°	26,7°	28,5°	25,2°	25,5°	24,6°	24,3°	26,6°
b. Südlicher Theil . . .	5—9°	51—57°	26,7°	25,9°	26,0°	27,0°	28,9°	25,0°	25,1°	25,0°	25,0°	26,8°

*) Obige Temperaturen, sowie diejenigen, welche in den Kärtchen auf Tafel II eingetragen sind, wurden von mir unter Benutzung des niederländischen Atlasses und der Journale folgender Schiffe berechnet:

S. M. Kbt. Hyäne (1887)
S. M. Krz. Möve (1886 und 1887)
S. M. Krz. Nautilus (1887)
S. M. S. Bismarck (1888)
D. Europa (1883, 1884, 1889)
D. Feronia (1883)
N. D. L. Sachsen (1887, 1889)
D. Neckar (1888)
D. Wuotan (1882, 1884, 1887)
D. Braunschweig (1887)
D. Bayern (1887, 1888)
D. Oder (1888)
D. Hohenzollern (1889)
D. Nürnberg (1886, 1887)
D. Habsburg (1888)
D. Salier (1888)
D. Hohenstaufen (1886, 1887, 1888)
D. Hesperia (1883, 1885)
S. S. Massalia (1881, 1882, 1883, 1885)
S. S. Hesperia (1882, 1886)
S. S. Brema (1886)
S. S. Quarta (1887)
S. S. Europa (1886).

Strömungen*) an der Küste Ostafrikas zur Zeit des Südwestmonsuns.

Monat	Breite N	Länge O	Strom Richtung	Strom Geschw. pr. 24 Std.	Breite N	Länge O	Strom Richtung	Strom Geschwind.
Juni	1° 5°	45° 49°	NEzE½E	84,0 Sm	5° 9°	49° 52°	NNE	48,0 Sm
	5°38′ 7°42′	48°45,4′ 49°45′	N 18,4° E	29,5 „ (20 Std.)				
	7°39,2′ 11°30′ 11°57,7′	51°9′ 51°31,5′ 49°24,7′	N 58° E N 87° E	84,3 „ 17,4 „ (18 Std.)	8°37′ 11°55′	52°49′ 51°11′	N 51° E	49,0 Sm
Juli	1,5° 5,5° 10,0°	45,5° 50,0° 52,0°	NEzE½E NNE	96,0 Sm 62,0 „	5°16,5′ 9°50′	52°58′ 52°	N 35° E	50,0 Sm
					7°45′ 10°50′	52°53′ 51°51′	N 60° E	81,0 „
					8°56′ 12°22′	52°41′ 51°18′	N 62° E	41,0 „

*) Zusammengestellt nach den in den Annalen der Hydrographie veröffentlichten Aufzeichnungen. A. H., 1881, S. 515; 1887, S. 135, 137, 461, 557; 1889, S. 474.

Monat	Breite N	Länge O	Strom Richtung	Strom Geschw. pr. 24 Std.	Breite N	Länge O	Strom Richtung	Strom Geschwind.
August	6°17,5′	51°17,9′	N 33° E	69,0 Sm	5°	49°	NNE	36,0 Sm
	10°55,5′	51°36,2′	N 67° E	29,0 „ (18 Std.)	10°	52°	NE	54,0 „
	12°30′	48°53′			13°	55°		
September	4°48′	49°2,5′	N 45° E	14,0 Sm	3,5°	47°	NEzN	96,0 Sm
	5°41′	48°45′	N 11° E	8,0 „	8,0°	51°	NEzE	66,0 „
	5°56,2′	49°8,5′	N 7° E	18,5 „	11,5°	55°		
	6°2,5′	48°51,2′						
	Ras al Khyle							
	6°42,2′	49°12′	N 2° E	16,0 „				
Oktober	3,5°	49,5°	NEzN	24,0 Sm	9°54,2′	51°3,4′	N 70° E	132,0 Sm
	6,5°	50,5°	N	36,0 „	10°27,4′	53°56,5′	S 116° E	120,0 „
	8,5°	52,5°	NEzE¼E	30,0 „	9°13,8′	56°11,5′	S 51° E	44,0 „
	11,5°	52,0°	NEzN	24,0 „	8°	56°47,5′	S 77° E	19,0 „
	12,5°	48,5°			6° 9′	56°23,2′	S 42° E	14,0 „
					5°25,8′	54°57,2′		

Häufigkeit der Winde*) an der nordostafrikanischen

Wind-Richtung	6—10° n. Br. 50—54° ö. L.	10—13° n. Br. 50—56° ö. L.	13—16° n. Br. 50—56° ö. L.	7—10° n. Br. 51—54° ö. L.	10—13° n. Br. 51—54° ö. L.	13—17° n. Br. 50—54° ö. L.	17—22° n. Br. 54—60° ö. L.	4—8° n. Br. 50—54° ö. L.	8—12° n. Br. 50—54° ö. L.
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
N	—	7,8	—	—	1,7	—	—	—	—
NNO	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—
NO	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—
ONO	—	1,6	—	—	—	—	—	—	1,2
O	—	0,6	—	—	1,2	—	—	—	—
OSO	—	1,0	—	—	0,3	—	—	—	1,7
SO	—	—	6,7	—	2,2	2,0	—	—	1,8
SSO	—	5,4	5,5	—	4,7	22,0	—	—	2,3
S	—	18,8	14,9	0,9	18,8	47,0	—	4,7	31,9
SSW	53,1	29,5	20,2	35,6	40,9	17,0	58,3	30,6	26,2
SW	43,1	9,3	27,0	60,6	22,9	6,0	41,7	55,1	27,9
WSW	3,8	2,1	14,9	2,9	—	4,0	—	9,6	1,2
W	—	4,1	—	—	0,5	—	—	—	1,2
WNW	—	1,8	—	—	3,4	—	—	—	—
NW	—	0,5	2,7	—	—	—	—	—	—
NNW	—	1,0	2,7	—	—	—	—	—	—
Windstille	—	15,8	5,4	—	3,4	2,0	—	—	4,8
Monat:	Juni			Juli					Au-

*) Nach den vom meteorologischen Amt in Calcutta herausgegebenen Karten.

Windstärke

Monat	4-8° n. Br. 50-54° ö. L.	8-12° n. Br. 50-54° ö. L.	12-16° n. Br. 50-54° ö. L.	4-8° n. Br. 54-58° ö. L.	8-12° n. Br. 54-58° ö. L.	12-16° n. Br. 54-58° ö. L.
Januar	4,2	4,0	3,3	4,4	5,1	4,0
Februar	4,0	3,4	2,4	1,7	3,8	3,0
März	—	2,8	2,3	3,1	2,7	2,2
April	2,5	2,6	2,4	—	2,1	2,1
Mai	3,5	2,8	3,0	2,9	2,2	3,1
Juni	6,4	6,3	3,6	5,8	7,3	5,7

Küste zur Zeit des Südwestmonsuns (in Prozenten).

12—17° n. Br. 50—54° ö. L.	16—19° n. Br. 54—60° ö. L.	3—7° n. Br. 50—51° ö. L.	7—10° n. Br. 50—55° ö. L.	10—14° n. Br. 50—53° ö. L.	16—22° n. Br. 58—60° ö. L.	9—11° n. Br. 50—53° ö. L.	9—14° n. Br. 50—53° ö. L.	14—16° n. Br. 50—56° ö. L.
%	%	%	%	%	%	%	%	%
0,9	—	—	—	1,1	—	9,5	13,1	1,4
—	—	—	—	2,0	—	21,4	4,6	6,7
2,0	—	—	—	2,5	—	7,2	14,6	3,9
1,2	—	—	—	2,1	—	4,8	10,2	20,9
2,5	—	—	—	5,0	—	—	14,3	8,6
0,9	—	—	—	5,3	—	—	5,1	1,3
1,5	—	—	—	12,0	—	4,8	3,8	2,1
9,6	—	—	—	7,4	—	—	0,6	—
19,3	—	38.3	5,9	14,8	—	14,3	4,4	—
19,0	29,4	61,7	73,5	22,1	25,0	21,4	3,8	—
20,1	48,9	—	20,6	9,3	64,6	7,2	—	5,7
7,7	21,7	—	—	0,4	10,4	—	—	7,1
3,7	—	—	—	1,2	—	—	0,6	—
0,5	—	—	—	0,9	—	—	0,6	0,7
0,4	—	—	—	—	—	—	—	6,1
0,4	—	—	—	—	—	4,7	4,3	4,6
10,3	—	—	—	13,8	—	4,7	20,0	30,9
gust		September				Oktober		

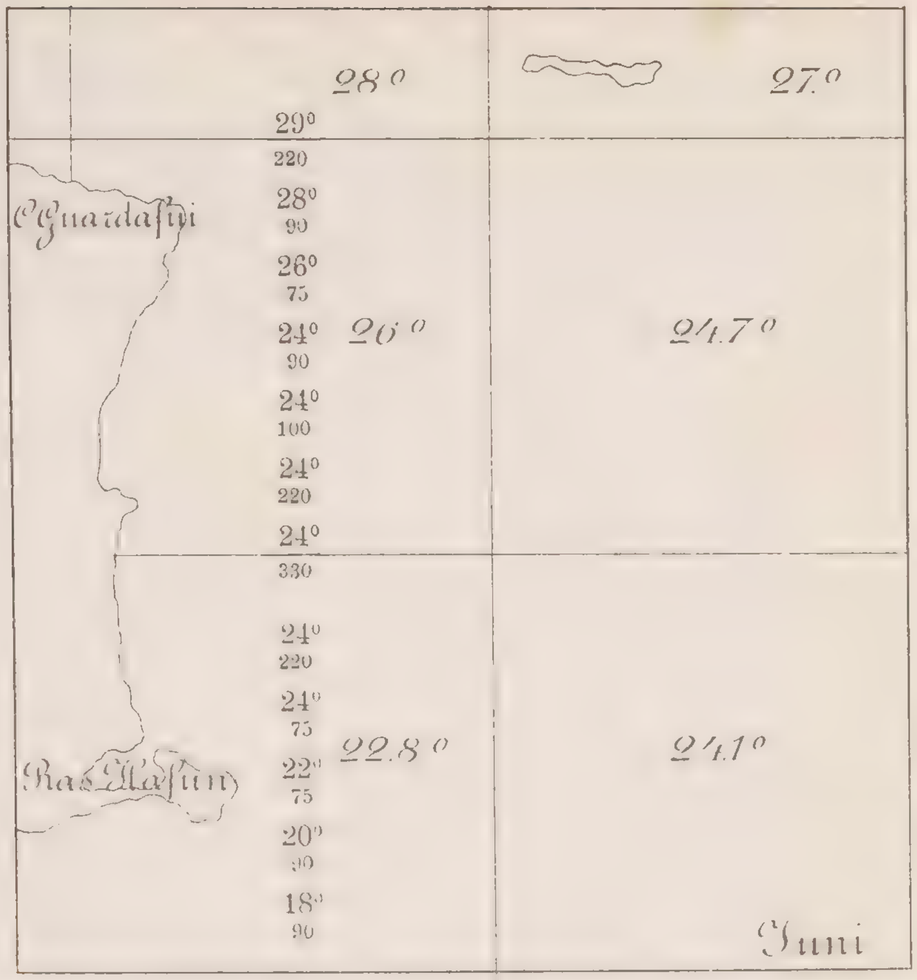
(Beaufort Skala).

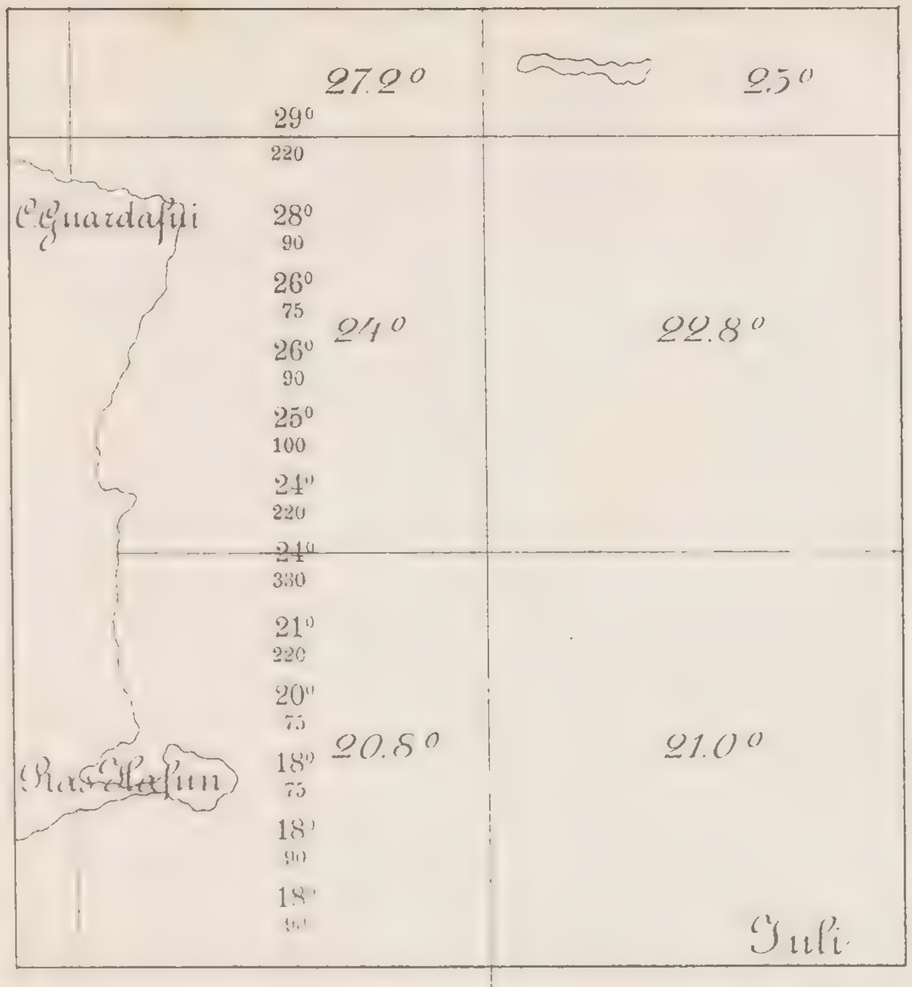
Monat	4-8° n. Br. 50-54° ö. L.	8-12° n. Br. 50-54° ö. L.	12-16° n. Br. 50-54° ö. L.	4-8° n. Br. 50-54° ö. L.	8-12° n. Br. 54-59° ö. L.	12-16° n. Br. 54-58° ö. L.
Juli	6,2	5,5	4,2	5,2	6,0	6,4
August	6,4	6,0	3,3	5,0	7,2	6,3
September	5,9	5,0	3,1	4,4	4,8	4,2
Oktober	2,0	2,8	2,0	3,8	2,0	2,6
November	4,0	2,9	3,3	3,7	3,9	3,4
Dezember	4,6	3,5	2,9	4,5	4,5	3,1

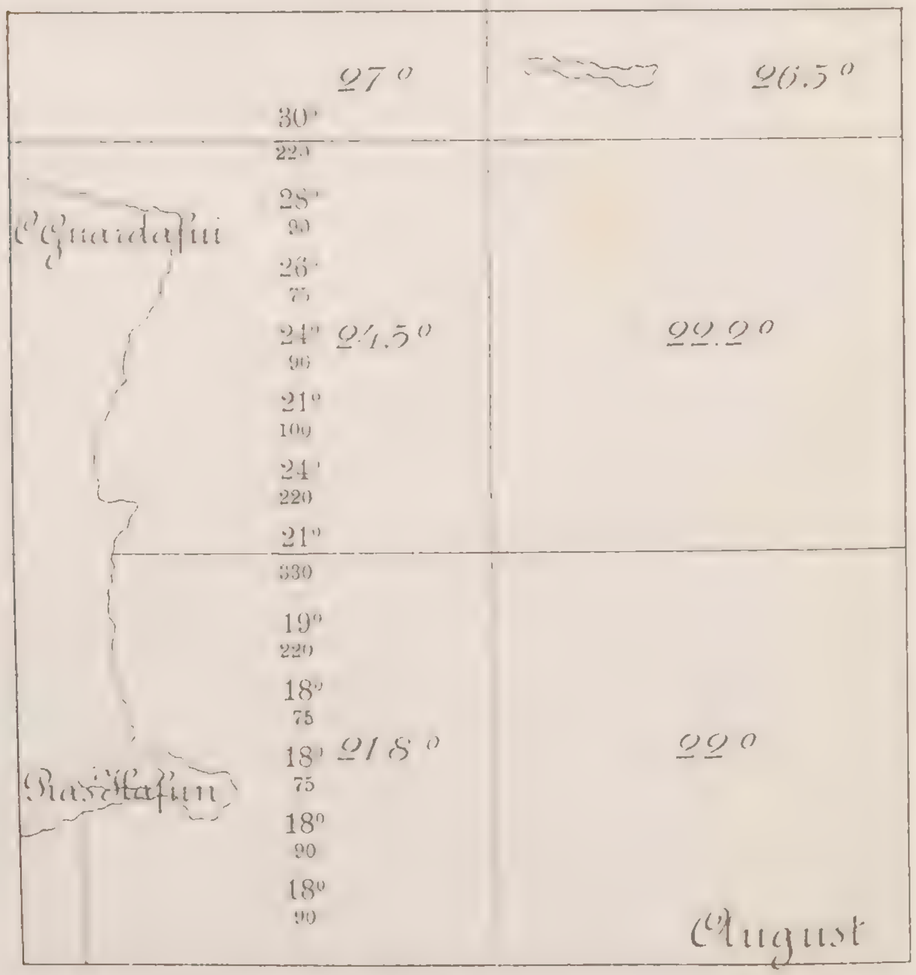
Lebenslauf.

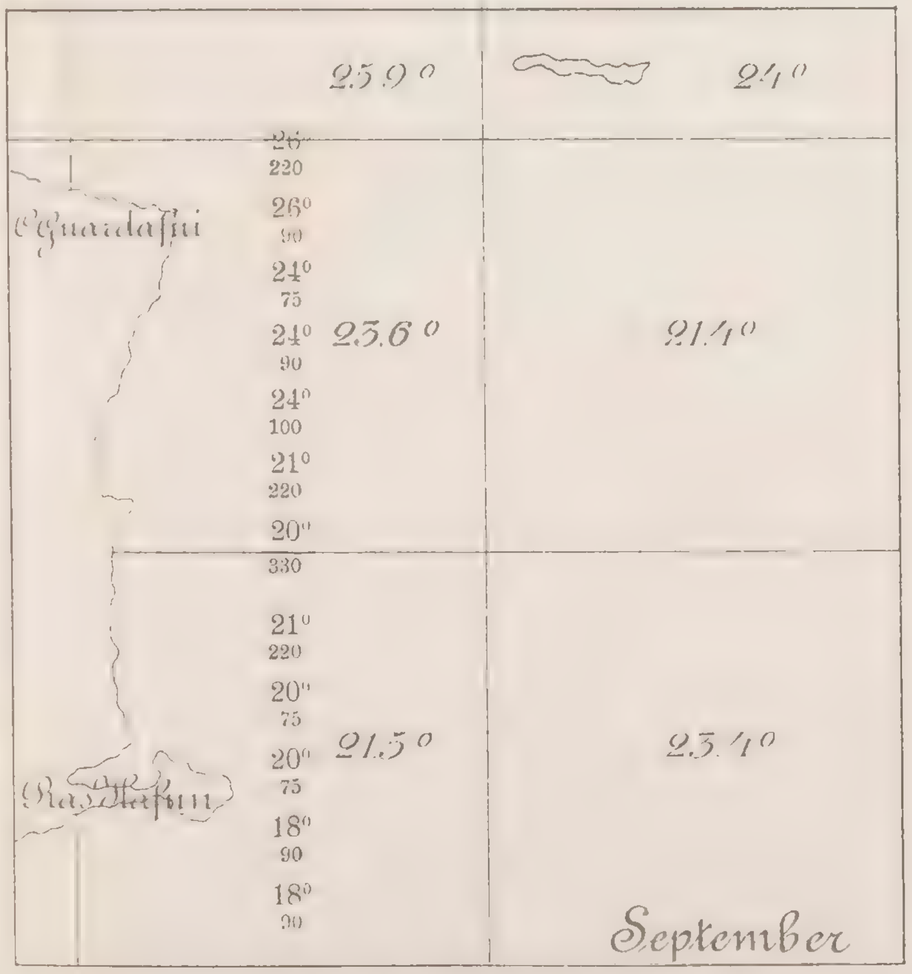
Ich, Adolf Wilhelm Puff, ward am 12. Juni 1866 zu Neunkirchen (Rheinprovinz, Reg.-Bez. Trier) geboren, besuchte zunächst die höhere Bürgerschule in Kirn a. d. Nahe, dann das Realprogymnasium in Oberstein und von Ostern 1883 ab die Wöhlerschule (Realgymnasium) in Frankfurt a. M. Nach Erlangung des Maturitätszeugnisses studirte ich von Ostern 1886 bis Herbst 1887 auf der Universität Marburg Naturwissenschaften und Mathematik, ging sodann auf ein Semester nach Berlin und kehrte Ostern 1888 wieder nach Marburg zurück, wo ich seitdem in der philosophischen Fakultät immatrikulirt war.

Winde, Strömungen und Oberflächen-Temperaturen im westlichen arabischen Meere und Golf von Aden zur Zeit des Südwestmonsuns. (Juli.)









Oberflächentemperaturen des Meeres am Cap Guardafui und Ras Hafun.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Puff, Adolf,

Das kalte Auftriebwasser an der Ostseite des nordatlantischen und der Westseite des nordindischen Ozeans

Marburg 1890

Phys.sp. 536 g
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11881968-4